

数控机床应用与维修丛书

图解FANUC PMC编程与应用

宋松　王悦　杨中力　编著 / 张春源　主审

TUJIE FANUC PMC BIANCHENG YU YINGYONG





机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

数控机床应用与维修丛书

图解 FANUC PMC 编程与应用

宋　松　王　悦　杨中力　编著
张春源　主审



机 械 工 业 出 版 社

了解、识读 FANUC PMC 程序是 FANUC 公司数控机床维修人员、机床安装调试人员的必备知识。但目前获取这部分知识和内容的渠道非常少，基本上是通过阅读 FANUC 公司的技术手册获取相关知识，而通俗易懂的 FANUC PMC 书籍目前在图书市场中非常罕见。为此，我们策划出版本书，面向机床厂电气设计人员、大中专院校的师生、机床安装调试人员以及数控机床维修人员。

本书采用图文并茂、深入浅出的编写形式，分 9 章展开：第 1 章和第 2 章主要从硬件结构入手，介绍了 FANUC 0i 系列的各组成部分，特别是接口电路与 PMC 的关系；第 3 章重点介绍了 FANUC PMC 专用指令的格式、参数和用法；第 4 章根据第 3 章所介绍的专用指令，结合 FANUC 系统的特点，分析了典型接口信号的程序处理；第 5 ~ 8 章介绍了相关编程工具的使用；第 9 章通过一台加工中心刀库寻刀、换刀的程序分析，将本书的知识进行了串讲、分析。

图书在版编目（CIP）数据

图解 FANUC PMC 编程与应用/宋松，王悦，杨中力编著．—北京：机械工业出版社，2010. 11

（数控机床应用与维修丛书）

ISBN 978 - 7 - 111 - 32289 - 4

Ⅰ. ①图…　Ⅱ. ①宋…②王…③杨…　Ⅲ. ①数控机床 - 程序设计　Ⅳ. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2010）第 203851 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号　邮政编码 100037）
策划编辑：林春泉　责任编辑：顾　谦
版式设计：霍永明　责任校对：张晓蓉
封面设计：鞠　杨　责任印制：李　妍
北京诚信伟业印刷有限公司印刷
2011 年 1 月第 1 版第 1 次印刷
184mm × 260mm · 24. 5 印张 · 605 千字
0 001—3 000册
标准书号：ISBN 978 - 7 - 111 - 32289 - 4
定价:59.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务
社服务中心：（010）88361066
销 售 一 部：（010）68326294
销 售 二 部：（010）88379649
读者服务部：（010）68993821

网络服务
门户网：http://www. cmpbook. com
教材网：http://www. cmpedu. com

封面无防伪标均为盗版

前　言

根据中国机床工具工业协会（CMTBA）提供的统计资料，2000～2006 年，我国设备生产厂共生产数控设备 29.04 万台，2007 年国产数控机床产量超过了 12 万台。2008～2009 年度虽然受经济危机的影响，我国数控机床产销增长量有所下降，但是两年的年均产量基本保持了 2007 年的水平 2010 年我国目前数控机床销售再创新高，加上 2000 年前我国数控机床保有量，由此估计，我国目前数控机床保有量约为 90～100 万台，这其中配置 FANUC 系统的数控机床约占国内数控机床总量的 25%～30%，近 20 万套。

这部分数控机床的使用、维护已经成为众多用户非常关注的焦点，而作为现场维修诊断，其主要工作是外围接口故障诊断。根据国外专业媒体统计，数控机床电气故障率的 40%，是由于 I/O 接口以及外围开关的故障引起的。因为这部分接口器件长期工作在恶劣的环境下，如冷却水的侵蚀、接近开关退磁、电缆拖链以及电缆的损坏等（其余电气故障为驱动器、电动机或反馈部件故障约占 30%，系统故障仅约占 10%，误操作及其他原因引起的故障约占 20%）。

对于 FANUC 数控系统的接口诊断，其主要手段就是通过梯形图，即 FANUC PMC 程序分析外围信号状态，缩小故障范围，最终排除故障。

另外，对于数控系统应用的工程技术人员（机床厂电气设计人员、机床制造技术人员、大修改造技术人员），在设计接口电路、编辑接口逻辑程序时，也需要深入了解 FANUC PMC 程序块的定义和使用。

与另外两个主流系统（西门子数控系统和三菱数控系统）不同的是，FANUC 数控系统所使用的接口逻辑处理程序是 FANUC 公司专有的 PMC（Programmable Machine Control，可编程机床控制）程序，而西门子和三菱数控系统由于采用自己公司的 PLC 程序，它们的 PLC 程序不仅用于数控系统，也广泛用于其他工业自动化领域，应用面广，相应的 PLC 说明书普及。目前各出版社出版的有关西门子 S7－200，S7－300/400PLC 的书籍，以及三菱 PLC 的书籍比较多，但是几乎没有关于 FANUC PMC 的书籍。近两年随着 FANUC 系统保有量的增长，读者渴求能够有一本通俗易懂的 FANUC PMC 书籍，帮助他们在工作中解决实际维修诊断问题乃至机床接口设计问题。本书就是在这样的背景下撰写的。

本书适宜有一定数控基础知识，初次接触 FANUC 系统接口设计的技术人员、调试人员、车间保全人员、设备维修工程师以及对 FANUC 系统感兴趣的学生和教师阅读。

本书共分 9 章：

1）第 1 章和第 2 章主要从硬件结构入手，介绍了 FANUC 0i 系列的各组成部分，特别是接口电路与 PMC 的关系。

2）第 3 章重点介绍了 FANUC PMC 专用指令的格式、参数和用法，并采用图文并茂的方式对各指令进行了详解。

3）第 4 章根据第 3 章所介绍的专用指令，结合 FANUC 系统的特点，分析了典型接口信号的程序处理。

4）第 5～8 章介绍了相关编程工具的使用：第 5 章介绍了数控系统诊断界面的使用；第

6 章介绍了数控系统自带 PMC 编辑器的使用；第 7 章阐述了在 PC（个人计算机）上，借助 FANUC 编程工具 FAPT LADDER－Ⅲ编辑 PMC 接口程序，并详细介绍了 FAPT LADDER－Ⅲ软件的使用；第 8 章介绍了使用 FAPT LADDER－Ⅲ软件与数控系统在线连接调试的方法。

5）第 9 章通过一台加工中心刀库寻刀、换刀的程序分析，将本书的知识进行了串讲、分析，目的是使读者加深对 PMC 程序指令的理解，并初步掌握主要程序指令的用法。

6）最后附录给出了接口信号地址表，FANUC 接口信号地址是 FANUC 公司定义的，没有任何规律和“道理”，使用时只能按照查字典的方式查询。该地址表对于正确使用接口信号、分析 PMC 程序非常重要。

本书给出了读者更快捷、详尽地理解 FANUC PMC 指令，以及掌握主要指令的使用方法，是一本针对性（针对 FANUC 0i/16i/18i/21i 系列）、实用性非常强的应用技术基础读物。所以本书不具备“资料”书籍的特质，读者最终从事设计和生产实践活动时，还需查阅相应的系统资料作为依据。

书中原始资料参照北京－FANUC 公司以及 FANUC 公司的说明书如下：

1）《FANUC 0i－B 连接功能（B－63833C－1）》；

2）《FANUC 0i－B 连接（硬件）（B－63833C）》；

3）《FANUC Series 16i/160i/160is－MODEL B & FANUC Series 18i/180i/180is－MODEL B & FANUC Series 21i/210i/210is－MODEL B CONNECTION MANUAL（HARDWARE）B－63523EN/03》；

4）《FANUC Series 16i/160i/160is－MODEL B & FANUC Series 18i/180i/180is－MODEL B & FANUC Series 21i/210i/210is－MODEL B CONNECTION MANUAL（FUNCTION）B－63523EN－1/02》；

5）《PROGRAMMING MANUAL MODEL PA1/PA3/SA1/SA2/SA3/SA5/ SB/SB2/SB3/SB4/SB5/SB6/SB7/SC/SC3/SC4/NB/NB2/NB6 LADDER LANGUAGE B－61863E/14》。

书中所介绍的 PMC 专用模块实例，均经过天津中德职业技术学院和北京圣蓝拓数控技术有限公司 FANUC 实训设备的验证，第 9 章实例来自天津中德职业技术学院杨中力老师的课程实践，素材采用某进口加工中心。

在此衷心感谢北京－FANUC 公司提供详尽的中、英、日文技术资料，并向北京圣蓝拓数控技术有限公司、天津中德职业技师学院提供实验设备和实际案例支持表示衷心感谢。

本书第 2 章、第 3 章由天津中德职业技术学院王悦老师撰写，第 9 章由天津中德职业技术学院杨中力老师撰写，本书总体框架及其他各章由北京圣蓝拓数控技术有限公司宋松撰写。另外，本书所有图片由张萌协助采集并进行后期处理，所有 PMC 程序实验由实训教师张炜明、胡玉雁完成。

最后特别感谢中国机电装备维修与改造技术协会张春源教授，在百忙之中承担了本书的主审工作，并对全书的组织、构架提出了宝贵的指导性意见。

在本书的撰写过程中，还得到了天津中德职业技师学院各级领导的大力支持和帮助，在此表示衷心感谢。

作　者

2010 年 12 月

目　　录

前言

第1章　FANUC 数控系统结构及特点 … 1

1.1　FANUC 数控系统简介 …… 1

1.2　FANUC 数控系统构成 …… 3

1.3　FANUC 数控系统命名 …… 5

1.4　FS 0i－C 系列数控系统硬件结构 …… 6

第2章　FANUC 接口电路 PMC …… 13

2.1　I/O 及 PMC 的构成 …… 13

2.2　I/O 接口信号的种类 …… 14

2.2.1　FANUC 0i－B 数控系统内置 I/O 卡连接 …… 20

2.2.2　分线盘式 I/O 模块 …… 21

2.2.3　I/O Unit－MODEL A …… 25

2.2.4　机床操作面板接口 …… 26

2.3　PMC 地址分配 …… 32

2.4　PMC 周期 …… 37

第3章　FANUC PMC 及功能指令介绍 …… 39

3.1　规格 …… 39

3.1.1　FANUC PMC 版本及使用系统 …… 39

3.1.2　扫描周期 …… 40

3.1.3　程序结构 …… 43

3.1.4　程序编制开发流程 …… 46

3.1.5　特殊地址处理 …… 49

3.2　常用 PMC 功能指令 …… 50

3.2.1　功能指令1：第1级程序结束 END1（SUB1） …… 52

3.2.2　功能指令2：第2级程序结束 END2（SUB2） …… 53

3.2.3　功能指令3：第3级程序结束 END3（SUB48） …… 53

3.2.4　功能指令4：定时器处理 TMR（SUB3） …… 53

3.2.5　功能指令5：固定定时器处理 TMRB（SUB24） …… 55

3.2.6　功能指令6：追加定时器处理 TMRC（SUB54） …… 56

3.2.7　功能指令7：BCD 码译码处理 DEC（SUB4） …… 58

3.2.8　功能指令8：二进制代码译码处理 DECB（SUB25） …… 59

3.2.9　功能指令9：计数器处理 CTR（SUB5） …… 61

3.2.10　功能指令10：二进制代码环形计数器处理 CTRB（SUB56） …… 63

3.2.11　功能指令11：追加计数器处理 CTRC（SUB55） …… 65

3.2.12　功能指令12：BCD 码回转控制 ROT（SUB6） …… 66

3.2.13　功能指令13：二进制代码回转控制 ROTB（SUB26） …… 68

3.2.14　功能指令14：BCD 码转换 COD（SUB7） …… 69

3.2.15　功能指令15：二进制代码转换 CODB（SUB27） …… 73

3.2.16　功能指令16：逻辑与后数据传输 MOVE（SUB8） …… 76

3.2.17　功能指令17：逻辑或后数据传送 MOVOR（SUB28） …… 77

3.2.18　功能指令18：1B 数据传送 MOVB（SUB43） …… 78

3.2.19　功能指令19：2B 数据传送 MOVW（SUB44） …… 79

3.2.20　功能指令20：任意字节数据传输 MOVN（SUB45） …… 81

3.2.21　功能指令21/22：公共线控制开始 COM/公共线控制结束 COME（SUB9/SUB29） …… 82

3.2.22　功能指令23/24：跳转 JMP/跳转结束 JMPE（SUB10/SUB30） …… 84

3.2.23　功能指令25：标号跳转1 JMPB（SUB68） …… 86

3.2.24　功能指令26：标号跳转2 JMPC（SUB73） …… 87

3.2.25　功能指令27：标号 LBL（SUB69） …… 88

3.2.26　功能指令28：奇偶校验 PARI（SUB11） …… 89

3.2.27　功能指令 29：数据变换 DCNV（SUB14） …… 90
3.2.28　功能指令 30：扩展数据变换 DCNVB（SUB31）…… 91
3.2.29　功能指令 31：BCD 码大小比较 COMP（SUB15） …… 92
3.2.30　功能指令 32：二进制代码大小比较 COMPB（SUB32）…… 93
3.2.31　功能指令 33：BCD 码一致判断 COIN（SUB16）…… 96
3.2.32　功能指令 34：移位寄存器 SFT（SUB33） …… 97
3.2.33　功能指令 35：BCD 码数据检索 DSCH（SUB17） …… 99
3.2.34　功能指令 36：二进制代码数据检索 DSCHB（SUB34） …… 100
3.2.35　功能指令 37：BCD 码变址修改数据传送 XMOV（SUB18） …… 103
3.2.36　功能指令 38：二进制代码变址修改数据传送 XMOVB（SUB35）…… 105
3.2.37　功能指令 39：BCD 码加法运算 ADD（SUB19） …… 106
3.2.38　功能指令 40：二进制代码加法运算 ADDB（SUB36）…… 108
3.2.39　功能指令 41：BCD 码减法运算 SUB（SUB20）…… 110
3.2.40　功能指令 42：二进制代码减法运算 SUBB（SUB37）…… 111
3.2.41　功能指令 43：BCD 码乘法运算 MUL（SUB21）…… 113
3.2.42　功能指令 44：二进制代码乘法运算 MULB（SUB38）…… 114
3.2.43　功能指令 45：BCD 码除法运算 DIV（SUB22）…… 115
3.2.44　功能指令 46：二进制代码除法运算 DIVB（SUB39） …… 116
3.2.45　功能指令 47：BCD 码常数赋值 NUME（SUB23）…… 119
3.2.46　功能指令 48：二进制代码常数赋值 NUMEB（SUB40）…… 119
3.2.47　功能指令 49：信息显示 DISPB（SUB41）…… 121
3.2.48　功能指令 50：外部数据输入 EXIN（SUB42）…… 123
3.2.49　功能指令 51：CNC 数据读取 WINDR（SUB51） …… 124
3.2.50　功能指令 52：CNC 数据写入 WINDW（SUB52） …… 126
3.2.51　功能指令 53：前沿检测 DIFU（SUB57）…… 126
3.2.52　功能指令 54：后沿检测 DIFD（SUB58）…… 128
3.2.53　功能指令 55：异或 EOR（SUB59）…… 129
3.2.54　功能指令 56：逻辑与 AND（SUB60）…… 131
3.2.55　功能指令 57：逻辑或 OR（SUB61）…… 132
3.2.56　功能指令 58：逻辑非 NOT（SUB62）…… 133
3.2.57　功能指令 59：程序结束 END（SUB64）…… 135
3.2.58　功能指令 60：有条件子程序调出 CALL（SUB65） …… 135
3.2.59　功能指令 61：无条件子程序调出 CALLU（SUB66） …… 137
3.2.60　功能指令 62：子程序开始 SP（SUB71）…… 138
3.2.61　功能指令 63：子程序结束 SPE（SUB72）…… 139
第 4 章　典型接口信号说明 …… 140
4.1　急停信号 …… 140
4.2　CNC 准备信号和伺服就绪信号 …… 142
4.2.1　CNC 准备信号 …… 142
4.2.2　伺服就绪信号 …… 142
4.3　超程（硬件超程） …… 143
4.4　报警 …… 144
4.5　启动轴锁住信号（相当于西门子公司产品的轴禁止信号）…… 145
4.5.1　启动轴锁住信号 STLK <G0007#1>（T——车床系列） …… 145
4.5.2　所有轴锁住信号 …… 145
4.5.3　各轴互锁信号 …… 146
4.5.4　各轴、各个方向的轴互锁 …… 146
4.6　信号输出状态 …… 151
4.7　方式选择 …… 152
4.8　快速倍率控制 …… 161
4.9　JOG 进给速度控制详解 …… 166

4.10　程序进给速度倍率（F 指令）……… 169
4.11　倍率取消 …………………………… 175
4.12　主轴速度控制 ……………………… 175
4.13　手轮控制 …………………………… 178
4.14　手动返回参考点 …………………… 180
4.15　辅助功能代码处理 ………………… 184
4.15.1　辅助功能 M 代码的功能与控制过程 …………………………… 186
4.15.2　M 代码译码 ………………… 188
4.15.3　MF 信号建立 ……………… 188
4.15.4　译码处理 …………………… 188
4.15.5　FIN 信号处理 ……………… 189
4.15.6　M 代码程序示例 …………… 190
4.16　补充知识 —— PMC 上处理的数据形式 ………………………………… 192
4.16.1　带符号二进制形式 ………… 192
4.16.2　BCD 码形式（二—十进制）… 193
4.16.3　格雷码 ……………………… 193
4.16.4　R 的系统保留区域 ………… 195
第 5 章　基本诊断界面 ……………… 196
5.1　PMC 界面显示 ……………………… 196
5.2　梯形图界面显示 …………………… 197
5.3　梯形图界面操作 …………………… 199
5.4　梯形图显示相关设定界面 ………… 203
5.5　PMC 接口诊断界面 ………………… 206
5.5.1　调用界面方法 ………………… 206
5.5.2　诊断界面地址检索 …………… 207
5.5.3　FORCE（强制信号输出）功能 ……………………………… 208
5.5.4　TRACE（信号跟踪）功能 ……… 213
第 6 章　CNC 侧 PMC 编辑器编程 …… 217
6.1　PMC 内置式编程器 ………………… 217
6.1.1　PMC 诊断界面和控制参数界面 … 217
6.1.2　PMC 诊断界面控制参数含义 …… 219
6.2　内置 PMC 编辑器的使用 ………… 223
6.2.1　有关程序标题等参数的设置操作 ……………………………… 223
6.2.2　使用内置编程器编辑、修改梯形图 ……………………………… 227
6.3　梯形图及 PMC 参数输入/输出 ……… 232
6.3.1　PMC 梯形图及 PMC 参数的输入 ……………………………… 232
6.3.2　PMC 梯形图输出 ……………… 236
6.3.3　PMC 参数输出 ………………… 236
第 7 章　FAPT LADDER－Ⅲ软件 PC 编程概要 ………………………………… 239
7.1　概述 ………………………………… 239
7.1.1　FAPT LADDER－Ⅲ软件主要功能及版本对照 ………………………… 239
7.1.2　启动 FAPT LADDER－Ⅲ软件 …… 240
7.1.3　窗口名称 ……………………… 240
7.1.4　FAPT LADDER－Ⅲ软件选项栏 ………………………………… 242
7.1.5　FAPT LADDER－Ⅲ软件程序格式 ………………………………… 242
7.2　程序管理 …………………………… 243
7.2.1　新建程序 ……………………… 243
7.2.2　打开既有程序 ………………… 245
7.2.3　打开已经保存过的 PMC 程序（在 PC 中保存的程序） ……………… 245
7.3　离线功能 …………………………… 248
7.3.1　编辑标题 ……………………… 249
7.3.2　设定系统参数 ………………… 249
7.3.3　符号和注释界面的显示 ……… 251
7.3.4　分配 I/O Link 的地址 ………… 251
7.3.5　登录信息字符串 ……………… 255
7.3.6　打开已有梯形图 ……………… 256
7.4　编辑梯形图 ………………………… 257
7.4.1　显示编辑顺序程序 …………… 257
7.4.2　FAPT LADDER－Ⅲ软件快捷键的使用 ………………………………… 259
7.4.3　追加子程序 …………………… 261
7.5　检索功能及检索窗口的使用 ……… 263
7.6　程序的存储 ………………………… 266
7.6.1　保存程序 ……………………… 266
7.6.2　从 FLASH 卡导入梯形图程序 …… 267
第 8 章　PC 与 NC 联机调试 ………… 271
8.1　通信的建立 ………………………… 271
8.1.1　RS－232C 连接 ……………… 271
8.1.2　以太网连接 …………………… 274
8.2　在线调试程序 ……………………… 282
8.2.1　PC 与 NC 的通信 ……………… 282
8.2.2　从 NC 中读入梯形图程序至 PC ……………………………… 288
8.2.3　在线调试、修改梯形图程序 …… 290
8.2.4　在线 PMC 参数设置 ………… 293
8.2.5　在线监视、诊断功能 ………… 297
8.2.6　在线强制功能 ………………… 297

8.2.7　在线信号跟踪（TRACE）………300
第9章　加工中心换刀程序分析 ………304
9.1　加工中心的换刀过程分析………304
9.1.1　机床及换刀机构………304
9.1.2　换刀动作分析………304
9.1.3　换刀电路………306
9.1.4　换刀地址表………307
9.2　换刀程序介绍………309
9.2.1　换刀程序分析………309
9.2.2　二级程序中换刀程序的分析………314
9.3　加工中心输入/输出主要地址………340
附录………352
附录A　地址表（按功能排序）………352
附录B　地址表（按符号、字母排序）………367

第 1 章　FANUC 数控系统结构及特点

1.1　FANUC 数控系统简介

目前在国内市场上常见的 FANUC 数控系统如下：

1）FANUC 0C/D 系列；

2）FANUC 0i－A/B/C 系列；

3）FANUC－21/21i 系列；

4）FANUC－16/16i 系列；

5）FANUC－18/18i 系列；

6）FANUC－15/15i 系列；

7）FANUC－ 30i/31i/32i 系列；

8）FANUC Power－Mate 系列；

9）FANUC Open CNC（FANUC 00/210/160/180/150/320 等系列）。

总体上讲 FANUC 0 C/D 系列、FANUC 0i－A/B/C 系列以及 FANUC－21i 系列数控系统用于4（数控）轴以下的普及型数控机床。

FANUC 0 C/D 系列数控系统（见图1-1）是20 世纪90 年代的产品，早已停产，但目前在国内有一定的保有量，因为 FANUC 0 D 系列数控系统是北京－FANUC 公司的早期产品，硬件结构是双列直插型芯片，大板结构，CPU 采用 Intel－486 系列，驱动采用全数字伺服。

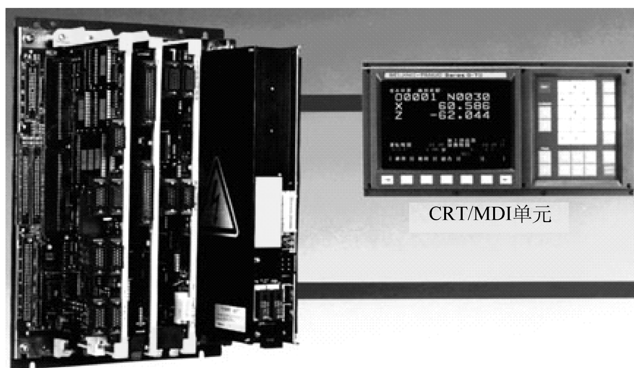


图 1-1　FANUC 0C/D 系列

FANUC 0i－A/B/C 系列数控系统（见图1-2）是2000 年后北京－FANUC 公司的新一代产品，硬件采用 SMT（表面贴装技术），驱动采用 α 及 αi 系列或 β 及 βi 系列全数字伺服，特别是 αi 系列采用 FSSB（FANUC Series Servo Bus，FANUC 串行伺服总线）结构，光缆传输，具有 HRV（High Response Vector，高精度矢量控制）1～HRV3 功能，可以实现高速高精度轮廓加工。

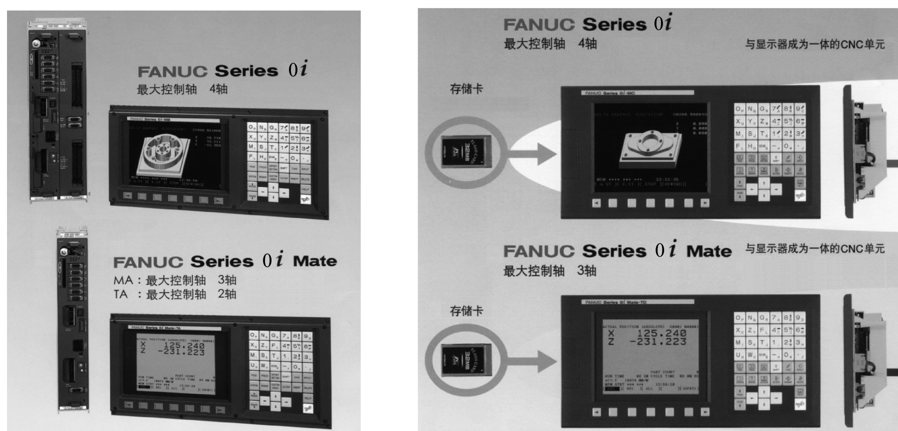


图 1-2　FANUC 0i－A/B/C 系列

FANUC－21/21i 系列（见图 1-3）数控系统与 FANUC0i－C 系列数控系统基本上是同类系统，是 FANUC 公司在日本生产的，主要在日本以及欧美市场销售。



图 1-3　FANUC－21/21i 系列

FANUC－16/16i 及 18/18i 系列（见图 1-4）数控系统属于 FANUC 公司数控系统中档系列，适用于 5 轴以上的卧式加工中心、龙门镗铣床、龙门式加工中心等。



图 1-4　FANUC－16/16i/18/18i 系列

FANUC-15/15i 系列（见图1-5）数控系统是FANUC公司的全功能系统，主要体现在软件丰富、可扩充联动轴数。

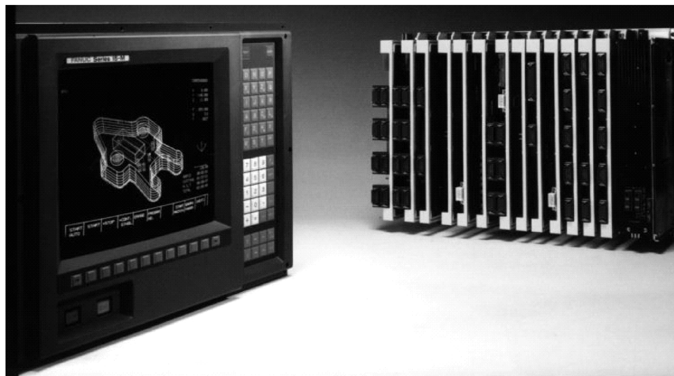


图1-5 FANUC-15/15i 系列

FANUC-30i/31i/32i 系列数控系统是新一代数控系统，采用新一代数控功能 HRV4，可以实现纳米级加工，被用于医疗器械、大规模集成电路芯片模具加工等。

而FANUC Power-Mate 系列数控系统一般与上述系统 I/O LINK 线相连接，用于上下料、刀库、鼠牙盘等非插补轴。

FANUC Open CNC（FANUC 00/210/160/180/150/320 等）系列（见图1-6）数控系统就是在上述系统系列标志后面“加上 O”表示 Open CNC（开放式数控系统）。所谓开放式数控系统，就是可以在FANUC公司产品平台之外，灵活挂接非FANUC公司产品，如工业 PC + Windows 操作平台 + FANUC NC 硬件+FANUC驱动，或FANUC硬件平台+Windows 操作平台，便于机床制造厂开发工艺软件和操作界面。

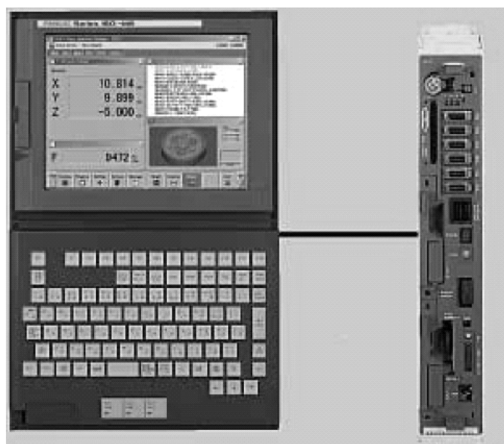


图1-6 FANUC Open CNC 系列

FANUC 数控系统在电气结构上的主要组成部件包括：

1）CNC（Computer Numerical Control，计算机数字控制）系统；

2）内置 PMC（Programmable Machine Control，可编程机床控制器）及接口电路；

3）主轴及伺服驱动装置。

1.2 FANUC 数控系统构成

通用型 FANUC 数控系统（Open CNC 系列除外），其 CNC 系统平台及软件完全由FANUC公司开发，没有Windows操作平台，硬件采用FANUC-Bus（FANUC总线）。整个数控系统由CNC、伺服及主轴驱动、PMC及I/O（输入/输出）电路和外围开关组成（见图1-7～图1-10）。



图 1-7　FANUC i 系列数控系统

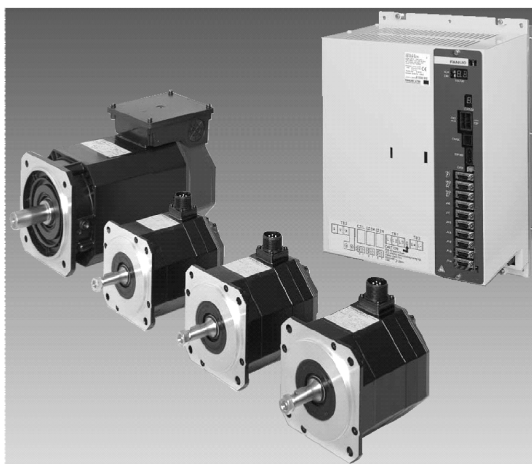


图 1-8　FANUC βi 系列数字伺服

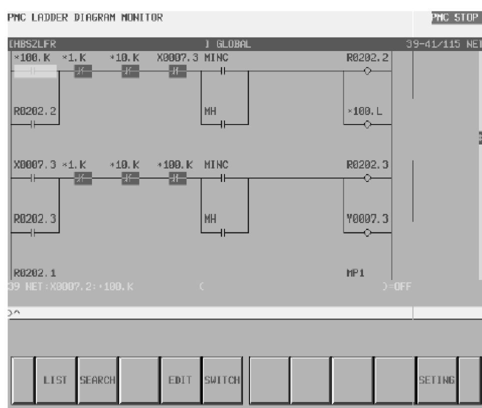


图 1-9　内置 PMC 梯形图

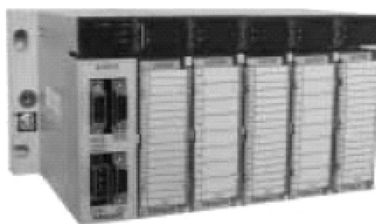


图 1-10　I/O 单元（接口电路）

三位四通液压阀、接近开关等外部设备如图 1-11 和图 1-12 所示。



图 1-11　三位四通液压阀



图 1-12　接近开关

数控机床上使用的光学元件包括光栅尺（作为全闭环反馈元件）、旋转编码器（作为速度反馈或半闭环的位置反馈），如图 1-13 和图 1-14 所示。

数控系统控制的数控机床，其工作过程如图 1-15 所示。

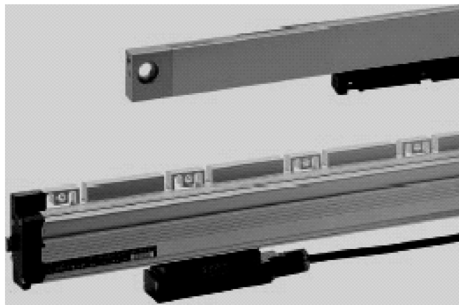
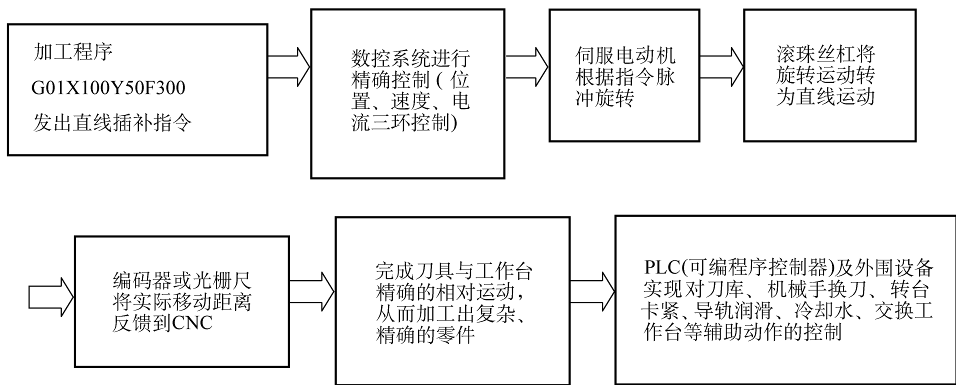


图 1-13　光栅尺



图 1-14　旋转编码器与圆光栅



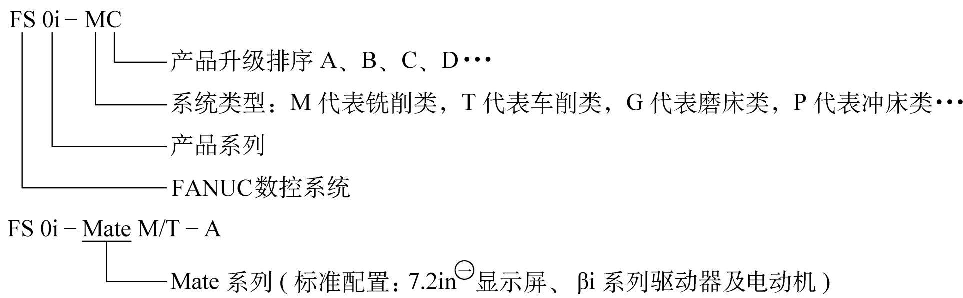


图 1-15　数控系统控制的数控机床工作过程

1.3　FANUC 数控系统命名

FANUC 数控系统的命名如下：

FS 0i－MC

- MC 中 C：产品升级排序 A、B、C、D…
- M：系统类型：M 代表铣削类，T 代表车削类，G 代表磨床类，P 代表冲床类…
- 0i：产品系列
- FS：FANUC数控系统

FS 0i－Mate M/T－A

- Mate：Mate 系列（标准配置：7.2in[㊀]显示屏、βi 系列驱动器及电动机）

例如：

FANUC 0i－MA 为 FANUC 0iA 铣床系列；

㊀ 1in＝0.0254m。

FANUC 0i－MB 为 FANUC 0iB 铣床系列；

FANUC 0i－Mate TB 为 FANUC 0i Mate 车床系列；

FANUC－21i TB 为 FANUC 21i 车床系列；

FANUC－18i M B5 为 FANUC 18i 铣床系列（5 轴控制系统）；

FANUC－160i TB 为开放式 FANUC 16i 车床系列（Open CNC 开放式数控系统 B 版本）；

FANUC－320i MA 为开放式 FANUC 32i 铣床系列（Open CNC 开放式数控系统 A 版本）。

1.4　FS 0i－C 系列数控系统硬件结构

CNC 主控制系统就是数控机床的“大脑”和“中枢”，如图 1-16～图 1-21 所示。

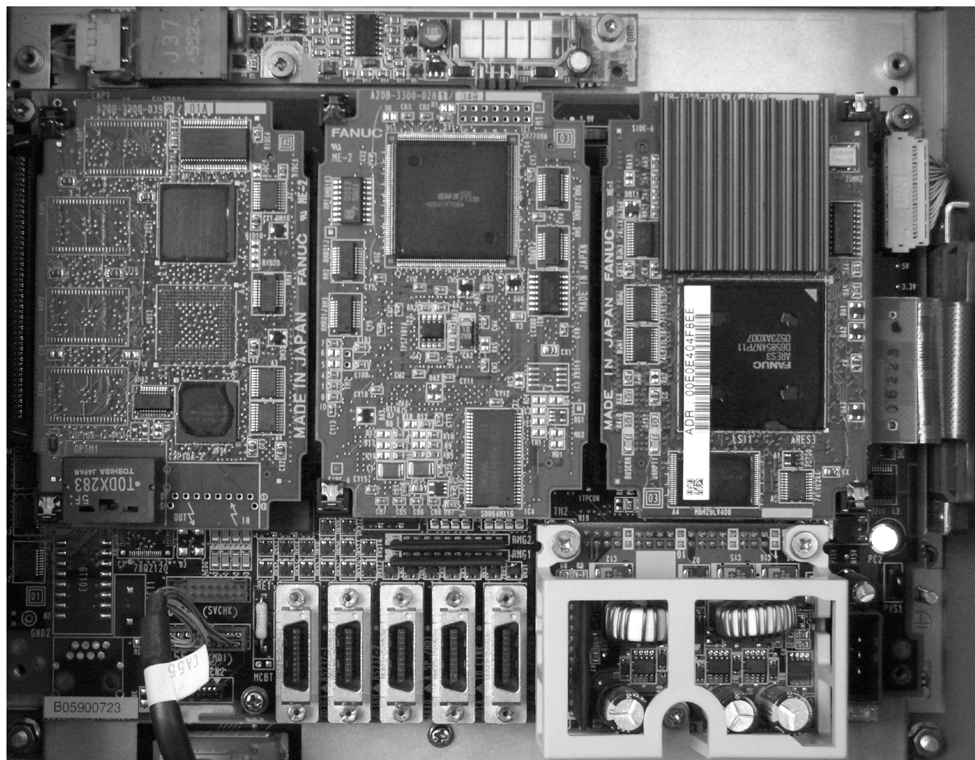


图 1-16　FS 0i－C 系列数据系统主板及附加模块

1）它含有 CPU（中央处理器），负责整个系统的运算、中断控制等。

2）存储器模块：由 DIMM（Dual Inline Memory Module，双列直插存储器模块）和主板、伺服轴控制卡上的 DRAM 构成，DIMM 上面主要包含了 FROM、SRAM 芯片，是 CNC 控制系统软件工作的核心。

各类存储芯片的作用如下：

F－ROM（Flash Read Only Memory，快速可改写只读存储器）存放着 FANUC 公司的系统软件和机床厂应用软件，它们包括：

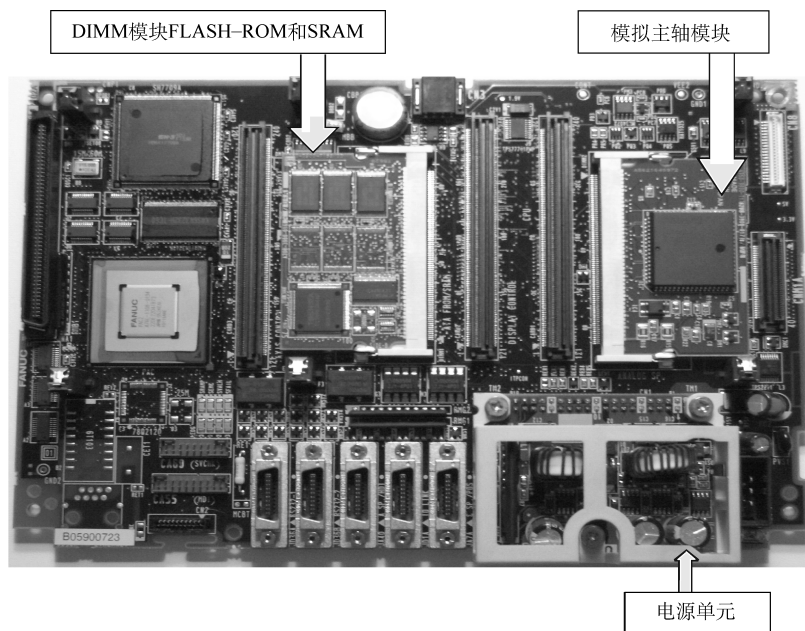


图1-17　FANUC 0i－MC 底板

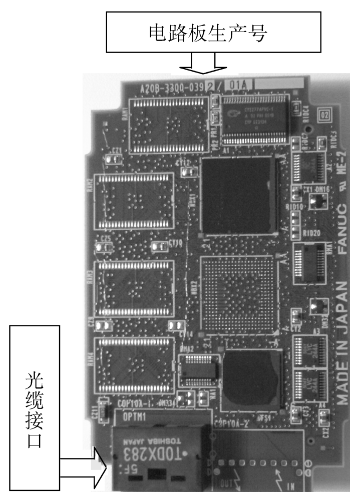


图1-18　轴控制卡

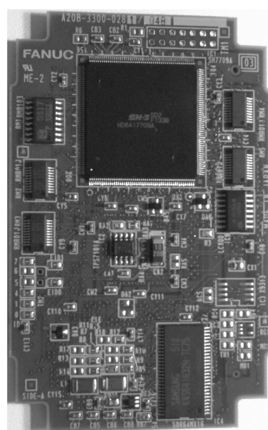


图1-19　显示控制卡

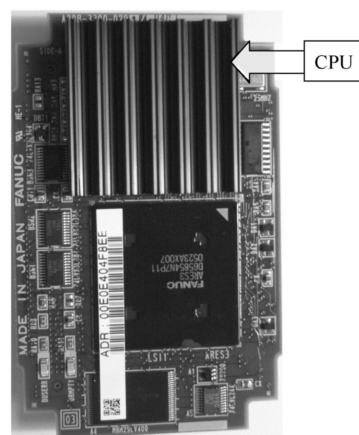


图1-20　CPU 卡

① 插补控制软件；

② 数字伺服软件；

③ PMC 控制软件；

④ PMC 应用程序（梯形图）；

⑤ 网络通信软件（以太网及 RS－232C、DNC 等）控制软件；

⑥ 图形显示软件等。

SRAM（Static Random Access Memory，静态随机存取存储器）存放着机床厂及用户数据，它们包括：

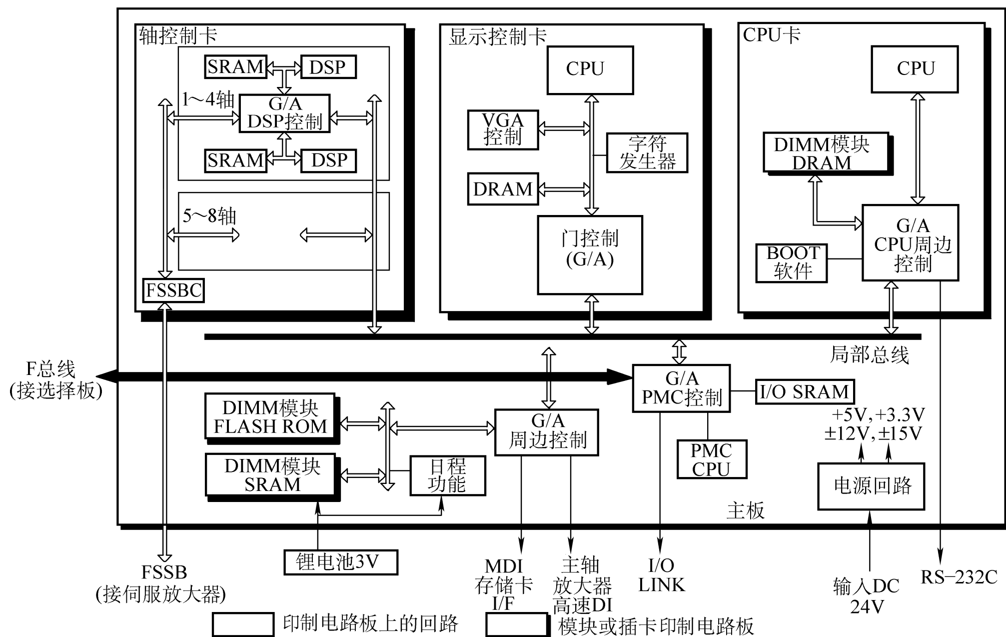


图 1-21　FANUC 0i－MC 框图

① 系统参数（包括数字伺服参数）；

② 加工程序；

③ 用户宏程序；

④ PMC 参数；

⑤ 刀具补偿及工件坐标补偿数据；

⑥ 螺距误差补偿数据。

DRAM（Dynamic Random Access Memory，动态随机存取存储器）作为工作存储器，在控制系统中起缓存作用。

3）数字伺服轴控制卡：目前数控技术广泛采用全数字伺服交流同步电动机控制。全数字伺服的运算以及脉宽调制已经以软件的形式打包装入 CNC 系统内（写入 F－ROM 中），支撑伺服软件运算的硬件环境由 DSP（Digital Signal Processor，数字信号处理器）以及周边电路组成，这就是所谓的“轴控制卡”。

4）主板：包含 CPU 外围电路、I/O LINK（串行 I/O 转换电路）、数字主轴电路、模拟主轴电路、RS－232C 数据 I/O 电路、MDI（手动数据输入）接口电路、High Speed Skip（高速输入信号）、闪存卡接口电路等。

5）显示控制卡：含有子 CPU 以及字符图形处理电路。

FANUC i 系列机箱共有两种形式：一种是分离式；另一种是紧凑式。分离式结构如图 1-22 所示，它的系统部分与显示器是分离的，显示器可以是 CRT（Cathode Ray Tube，阴极射线管）显示器也可以是 LCD（Liquid Crystal Display，液晶显示器）。所谓紧凑式就是系统电路板安装在显示器背面，数控系统与显示器（LCD）是一体的，如图 1-23 所示。两种系统的功能基本相同，紧凑式系统体积小，分离式系统使用更灵活，如大型龙门镗铣床显示

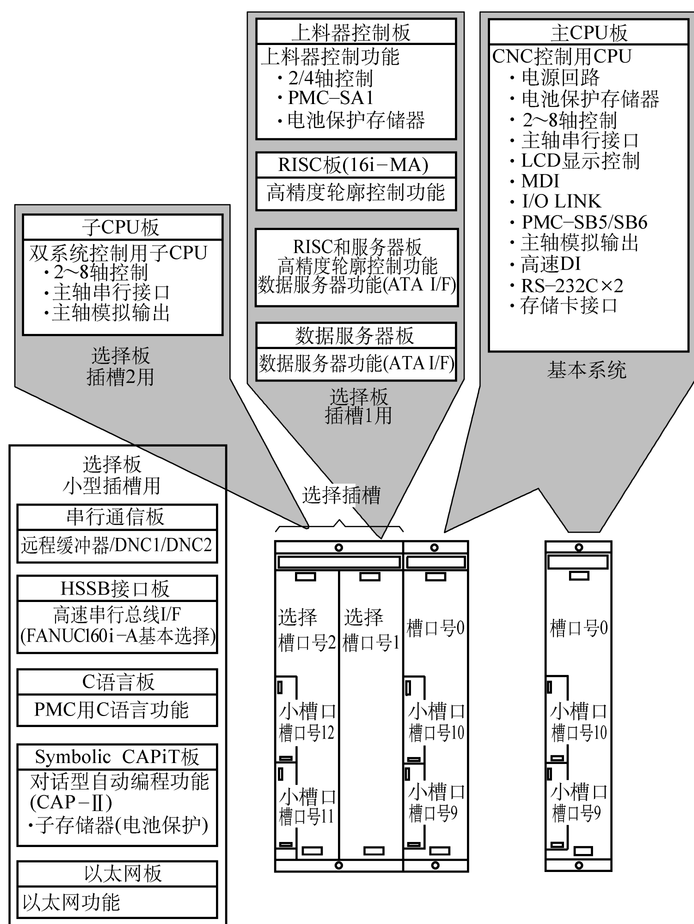


图1-22　分离式机箱及功能

器需要安装在吊挂上，系统更适宜安装在控制柜中，显然分离式系统更适合。

无论是紧凑式结构还是分离式结构，它们均由基本系统和选择板组成。

基本系统可以形成一个最小的独立系统，实现最基本的数控功能，如基本的插补功能（FANUC-16i可达8轴控制，FANUC 0i-C最多可达4轴控制），形成独立加工单元。

FANUC i系列基本系统含有：

1）CNC控制用CPU。

2）电源回路：它将+24V电压转换为+3.3V、+5V、±12V、±15V电压，供系统芯片和接口电路用电。

3）FROM、SRAM、DRAM：其在数控系统中的作用已经在前面介绍过。

4）2~8轴控制卡：就是前面介绍的数字伺服轴控制卡。对于FANUC-16i系列数控系统最多可以带8个数控轴，而FANUC 0i-C最多可以带4个数控轴。

5）主轴串行接口：与FANUC数字主轴通信的接口。

6）LCD显示控制：液晶显示接口电路。

7）MDI电路：在显示器右侧的手动数据输入键盘的接口电路，相当于PC的101键盘，

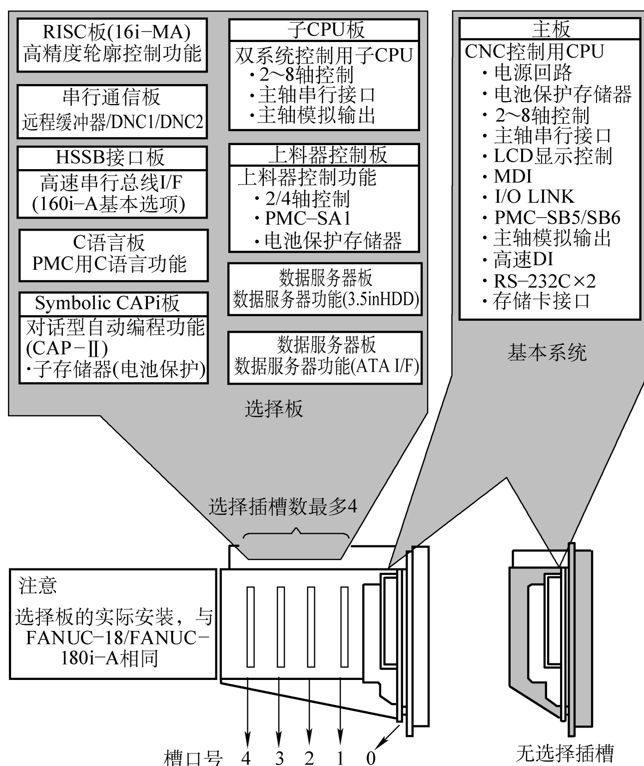


图 1-23　紧凑式机箱及功能

该信号直接上 FANUC 系统总线。

8）I/O LINK：串行 I/O 接口电路，连接 CNC 与 PMC 以及 I/O 接口信号。PMC 轴控制也是通过 I/O LINK 完成数据交换的。

9）PMC－SB＊：FANUC PMC 可编程控制软件，相当于其他系统的 PLC 软件，SB＊是版本号，目前 FANUC 0i－B/C PMC 版本是 SB－7。

10）主轴模拟输出：FANUC i 系列数控系统除了提供 FANUC 专用数字主轴通道“主轴串行接口”，同时还保留了一个传统的模拟主轴输出通道，通过 S 指令译码后，输出－10～10V 的模拟指令电压。这一功能特别适宜采用通用变频调速作为机床主轴的数控机床。

11）高速 DI（数据输入）：一般用于接收马波斯检测仪高速测量信号、雷尼绍测头高速触发信号等。磨床外圆尺寸实时测量、加工中心工件坐标自动校准、刀具自动测量等均需要此功能。

12）RS－232C：FANUC i 系列数控系统提供两个 RS－232C 接口，用于数控系统与外部设备（计算机、上位机工作站等）进行数据交换，传送程序或参数。

13）存储卡接口：新的 FANUC i 系列数控系统在显示器旁边提供一个闪存卡插槽，作为存储介质，便于用户进行数据交换，如传出/读入加工程序、备份机床系统参数等。

选择卡有如下功能：

1）子 CPU 卡：当所需控制轴数大于 4 时（如大型镗铣床），就需要订购这项选择卡。

子 CPU 卡也称附加轴控制卡，由于有更多的运算，所以需要子 CPU 予以支持。选择此卡后，又可增加 4 个数控轴的控制。

2）上料控制功能：用于机械手上下料机构，其机械手的动作可以通过 2～4 个 PMC 轴来完成。

3）数据服务器卡：基本 FANUC 系列数控系统的内存容量非常有限，SRAM 容量根据订货不同一般为 512KB～2MB。如果需要加大内存、提高缓存速度，可以通过追加数据服务器扩容提速。数据服务器卡作为选项卡插在 CNC 本体上，通过它把 CNC 存储器内的 NC 程序作为主程序，用调用子程序的方法调用装在数据服务卡上（硬盘或闪存卡）的 NC 程序，这样可以进行高速加工，并且硬盘或闪存卡上的 NC 程序经以太网与主机进行高速输入/输出。

4）RISC 卡：又称高精度轮廓控制功能卡，RISC 卡采用简易指令集运算，可以实现微小程序段的插补，即将 CAD/CAM 的后置处理程序分为细小的加工段，并以高速、高精度方式加工。

5）HSSB（High Speed Serial Bus，高速串行总线）：用于上位机或工作站与数控系统的通信。如 FMS（柔性制造系统）、CIMS（计算机集成制造系统）需要通过 HSSB 协议构成自动化工厂管理，也有些机床制造商，根据自己机床的特点，开发自己的 PCU（Personal Computer Unit，个人计算机单元），由于采用了 PC、Windows NT 操作系统，机床制造商可以方便地编制自己的个性化 HMI（Human Machine Interface，人机界面），然后将处理后的数据通过 HSSB 送到 FANUC CNC 中。机床厂个性化界面如图 1-24 所示。

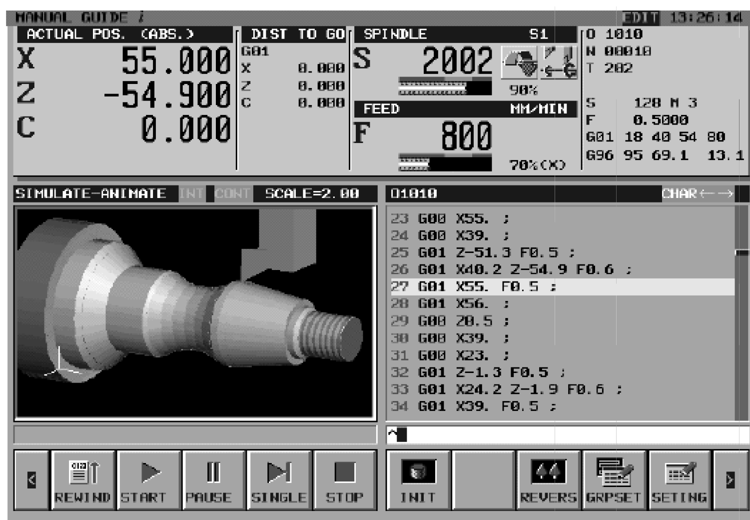


图 1-24　机床厂个性化界面

6）C 语言板：欧美地区某些国家不习惯使用梯形图语言编辑 I/O 逻辑电路，FANUC 公司提供了语言类编程工具软件 C 语言形式的 PLC 程序。

7）Symbolic CAP（Symbolic Conversation Automatically Programmable，符号输入自动对话编程）：方便操作者现场图形输入编程，即使不会 G 代码语言，也可以通过图形对话输入，完成加工程序。它与西门子公司的蓝图编程和 shop－mill、shop－turn（西门子公司铣削图形对话编程软件、西门子公司车削图形对话编程软件）很相似。

8）串行通信卡：内含 Remote buffer（远程缓存）功能以及 DNC1/DNC2 功能，FANUC 数控系统通信协议说明见表 1-1。

表 1-1　串行通信卡协议比较

名称	含义	最高传输速率	特点	适用范围
Remote buffer 远程缓存，用于模具加工微小程序段传送	为数控设备与外设连接（活动硬盘或计算机）提供高速缓存空间，在线加工时每次可预读多个（20 个以上）程序段	86.4kbit/s 对于 3 轴联动，移动量为 1mm 的程序段，最高可以用 120m/min 的速度进行超高速加工	在高速加工中，有通信用的 CPU 做硬件支持，多段缓存	CAD/CAM 程序高速在线加工
DNC1（RS－422） 1 点对 16 点的多点电缆传送	DNC1 是 FANUC 公司独自开发的网络协议，用 1 台计算机最多可以连接 16 台 CNC	921.6kbit/s	小型工业局域网，可以对上下料机器人、*N* 台数控铣床、*N* 台数控车床组成的单元进行管理	Cell（加工单元）管理
DNC1（以太网） 1 点对多点的多点以太网传送	把通信专用的以太网卡装在 CNC 本体上，通过以太网把构成机械加工单元的多台 CNC 与主计算机相连，这样可以把主计算机作为 CPU 来使用	10Mbit/s	小型工业局域网，可以对上下料机器人、*N* 台数控铣床、*N* 台数控车床组成的单元进行管理，数据通信速度更快	
DNC2 点对点的电缆传送	DNC2 可以把 NC 与计算机用 RS－232C 或 RS－422 连接起来，传送各种数据	86.4kbit/s	一般的在线加工	普通 CAD/CAM 程序在线加工

除此之外，FANUC i 系列数控系统还可以选择以下 5 种卡用于不同的通信协议：

1）FACTOLINK（传送速度为 10Mbit/s）：把通信专用的以太网卡装在 CNC 本体上，通过 CNC 画面的操作，可以显示和传送计算机的数据。在生产现场所需要的生产指令数据和机床的运行情况可以高速地与主计算机通信。

2）I/O LINK－Ⅱ（文件传送及 I/O 传送）：以日本电气工业协会 OPCN－1 规格为标准的网络。使用 RS－485，最高传送速度为 1Mbit/s，最适于生产线的网络。

3）FL－Net：以日本电气工业协会 OPCN－2 规格为基准的生产控制网络，最适于要求高速传送，并保证循环周期的生产线的控制。

4）Profibus－DP：欧洲标准（EN50170）的网络，可以实现 12Mbit/s 高速 I/O 传送。

5）Device Net：以美国为中心，在世界上已普及的信息网。在世界范围内生产了很多相应的外部设备。

第 2 章　FANUC 接口电路 PMC

FANUC PMC 的工作原理与其他工业自动化设备的 PLC 工作原理完全相同，只是 FANUC 公司根据数控机床特点开发了专用的功能指令以及相匹配的硬件结构。目前 FANUC 公司数控产品将 PMC 内置，也就是说不需要独立的 PLC 设备，PMC 已成为数控系统的重要组成部分，正如在第 1 章中讲到的，CNC、伺服与主轴驱动、PMC 3 大部分构成完整的数控系统。

本章将重点介绍 FANUC PMC 硬件结构、地址分配以及常用内部地址表。

2.1　I/O 及 PMC 的构成（见图 2-1）

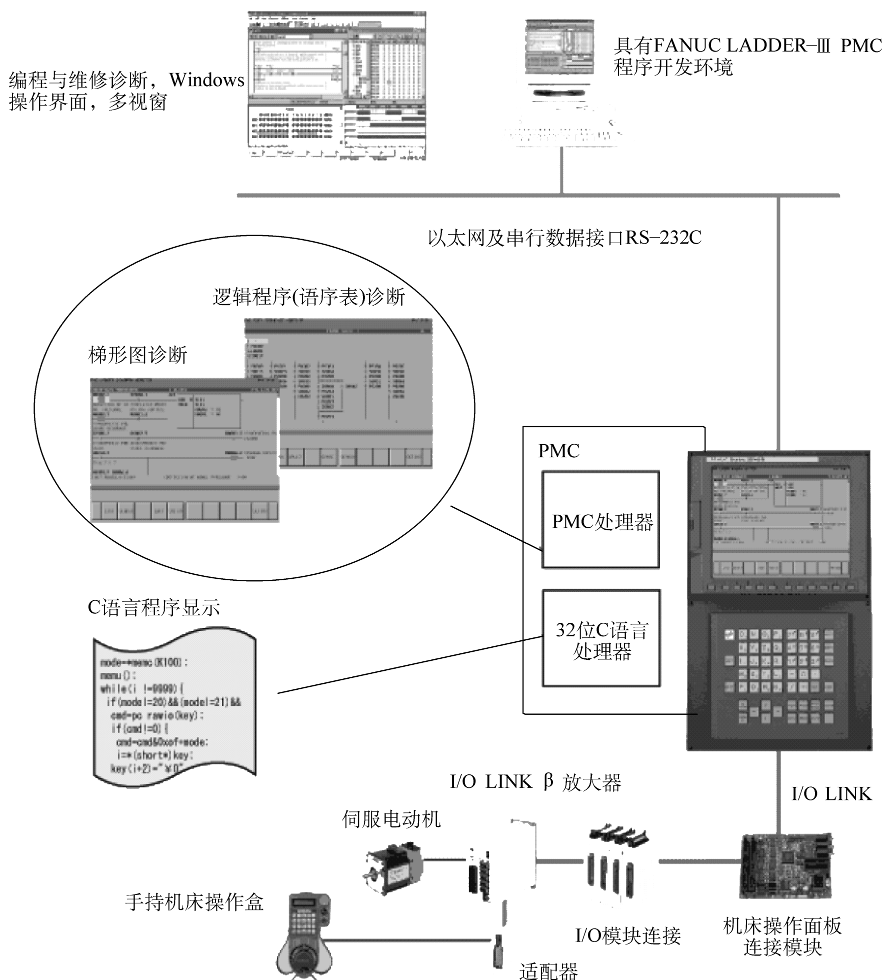


图 2-1　FANUC I/O 及 PMC 连接

2.2　I/O 接口信号的种类（见表 2-1）

表 2-1　接口信号装置

装置名称	概 要 说 明	手轮	信号点数（I/O）
分线盘 I/O 模块	一种分散型的 I/O 模块，能适应机床强电电路 I/O 信号任意组合的要求		最大 I/O 点数 96/64
操作盘用 I/O 模块含矩阵输入①	带有机床操作盘接口的装置	有手摇脉冲发生器（3 台）	通用输入接口：16 点——地址范围 Xm + 0.0 ~ Xm + 1.7 矩阵输入接口：56 点——地址范围 Xm + 4.0 ~ Xm + 10.7 通用输出接口：56 点——地址范围 Yn + 0.0 ~ Yn + 6.7 矩阵为 5V 输入
操作盘用 I/O 板	带有机床操作盘接口的装置，可适应强电电路对 I/O 信号的要求，带有手摇脉冲发生器的接口		I/O 点数 48/32
FANUC I/O Unit – MODEL A（模块式）	一种模块结构的 I/O 装置，能适应机床强电电路 I/O 信号任意组合的要求	无手摇脉冲发生器	单机架最大 I/O 点数 256/256

（续）

装置名称	概要说明	手轮	信号点数（I/O）
FANUC I/O Unit - MODEL B（分布式）	一种模块结构的 I/O 装置，能适应机床强电电路 I/O 信号任意组合的要求	无手摇脉冲发生器	单机架最大 I/O 点数 224/256
机床操作盘接口装置	装在机床操作盘上，带有矩阵排列的键开关和 LED，与手摇脉冲发生器接口的装置	有手摇脉冲发生器（1 台）	最大 I/O 点数 256/256
新机床操作盘	装在机床操作盘上，带有矩阵排列的键开关和 LED 及手摇脉冲发生器接口的装置，可随意组合键帽	有手摇脉冲发生器（3 台）	最大 I/O 点数 256/256
漏型输出[②]机床操作盘连接装置	带有机床操作盘接口的装置	无手摇脉冲发生器	I/O 点数 96/64 64/32
源型输出[③]机床操作盘连接装置	带有机床操作盘接口的装置，在 DO 的输出驱动器上使用源型输出		I/O 点数 96/64 64/32
I/O LINK 连接装置	在连接 I/O LINK 的主控器后传送 DI/DO 信号的装置		最大 I/O 点数 256/256
伺服装置 β 系列 SVU（带 I/O LINK）	用 I/O LINK 连接 CNC 后控制伺服电动机的装置		—
内置 I/O	FS0i 系列 Power Mate i - D/H 是装在 CNC 内部的 I/O，用扁平电缆与机床连接		最大 I/O 点数 32/24

（续）

装置名称	概 要 说 明	手轮	信号点数（I/O）
手持机床操作盘	手持式机床操作盘，除手摇脉冲发生器外，还装有用 PMC 进行控制的按钮和显示器	有手摇脉冲发生器（1 台）	—

① 矩阵输入（见图 2-2）：在机床操作盘用的接口上使用。用很少的信号线可读取很多的信号，但响应速度慢些。

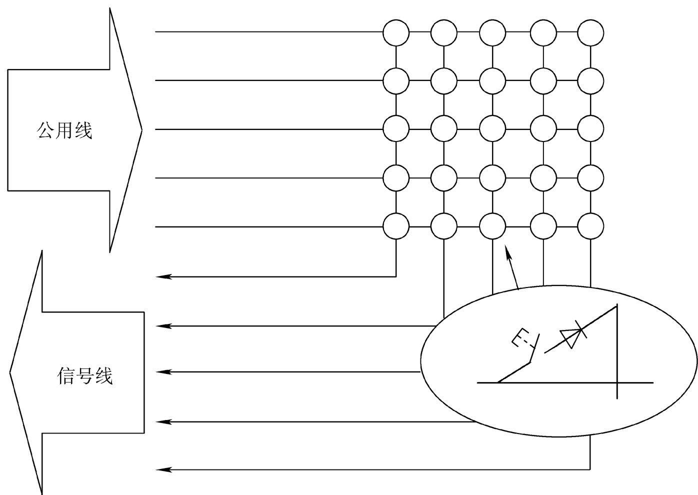


图 2-2　矩阵输入

② 漏型输出（见图 2-3）：PMC 接通输出信号（Y）时，印制电路板内的驱动电路即动作，输出端子变为 0V（因为电流是流入印制电路板的，所以称为漏型）。

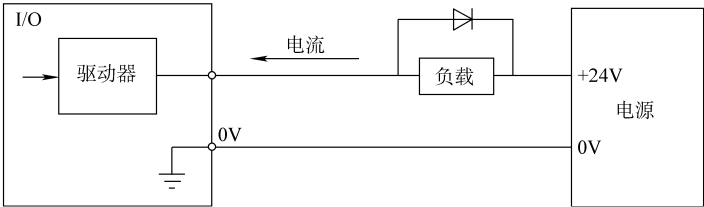


图 2-3　漏型输出

③ 源型输出（见图 2-4）：把驱动负载的电源接在印制电路板的 DOCOM（输出公共端）上。PMC 接通输出信号（Y）时，印制电路板内的驱动电路即动作，输出端子有施加电压（因为电流是从印制电路板上流出的，所以称为源型）。

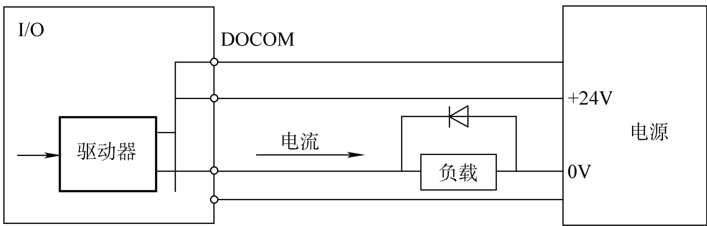


图 2-4　源型输出

输入电路有漏型输入电路和源型输入电路：

1. 漏型输入电路（见图 2-5）

接收器的输入侧有下拉电阻。开关闭合时，电流将流入接收器。因为电流是流入的，所以称为漏型（+24V 电压由外部供给）。

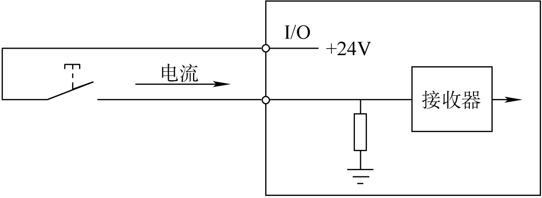


图 2-5 漏型输入电路

2. 源型输入电路（见图 2-6）

接收器的输入侧有上拉电阻。开关闭合时，电流将从接收器流出。因为电流是流出的，所以称为源型。

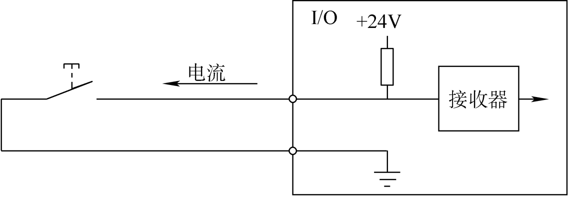


图 2-6 源型输入电路

漏型实际就是人们常说的灌电流型，源型就是拉电流型。

另外，I/O 电路的另一个重要指标就是接收器的响应时间。按接收电路响应时间分为 20ms 型和高速（2ms）型两种，机床设计人员可按照信号的用途进行选择。

3. 20ms 型

用接收器内的滤波器滤去 5ms 以下的振荡信号，如图 2-7 所示。

4. 高速型（2ms）

用于无振荡的信号，如图 2-8 所示。

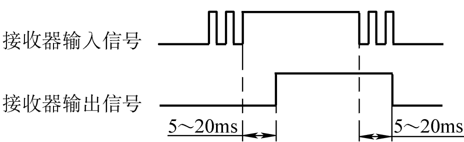


图 2-7 20ms 型接收响应

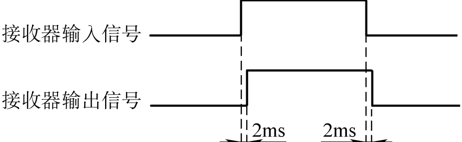


图 2-8 高速型接收响应

FANUC PMC 由内装 PMC 软件、接口电路、外围设备（接近开关、电磁阀、压力开关等）构成，连接主控系统（内置 PMC）与从属 I/O 接口设备的电缆为高速串行电缆，被称为 I/O LINK，它是 FANUC 专用 I/O 总线，工作原理与欧洲标准工业总线 Profibus 类似，但协议不一样。另外通过 I/O LINK 可以连接 FANUC β 系列伺服驱动模块，作为 PMC 轴（非插补轴）使用。

I/O LINK 由 1 台主控装置（主控制器）和每个通道最多 16 组的从控装置（从控制器）构成。图 2-9 是 I/O LINK 的接线实例。

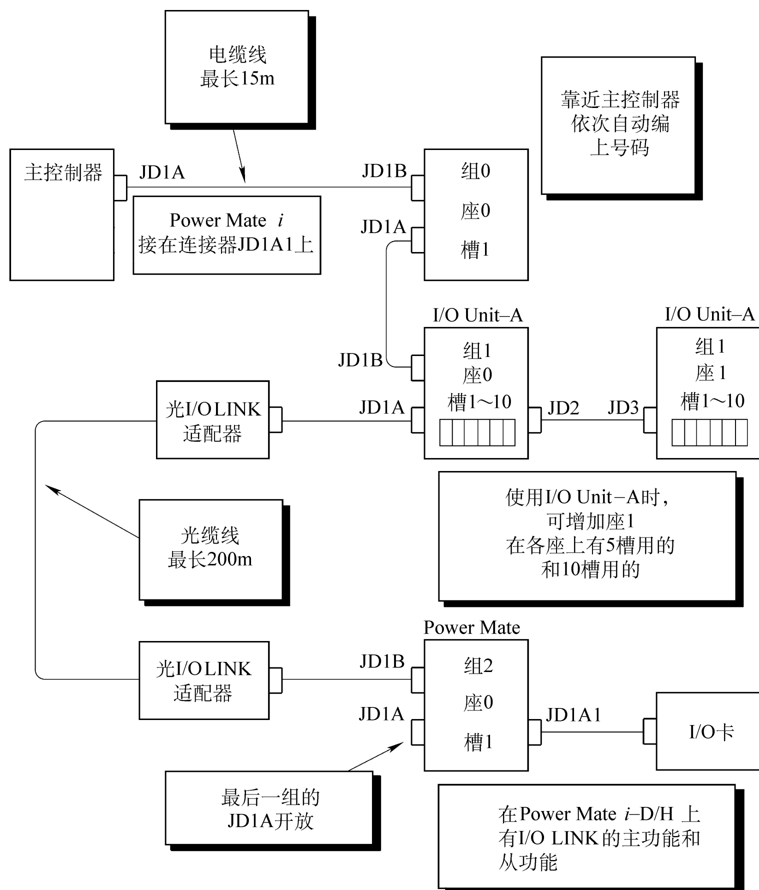


图 2-9　I/O LINK 接线实例

通过 RS－232C 接口或以太网卡，可以连接 PC（个人计算机），通过 FAPT LADDER－Ⅲ在线编辑（见图 2-10）对数控系统进行在线诊断、编辑、修改梯形图。

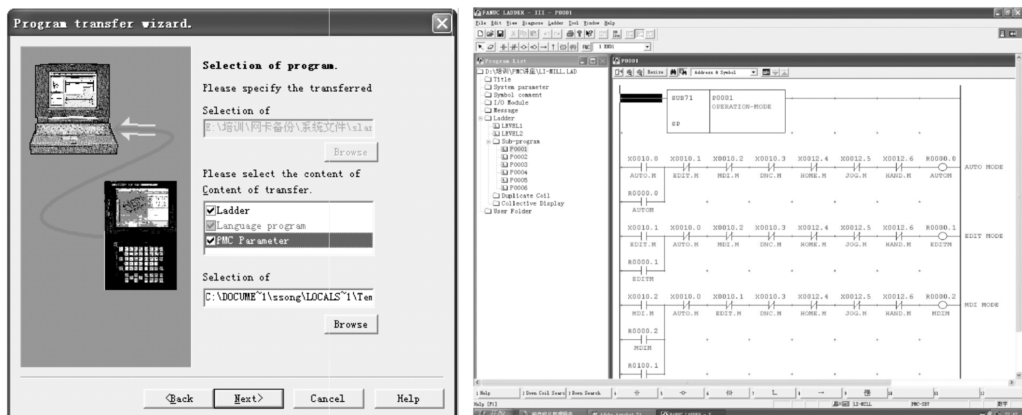


图 2-10　FAPT LADDER－III 在线编辑

I/O LINK 的连接可以使用电缆，也可以使用光缆。I/O LINK 电缆连接如图 2-11 所示。

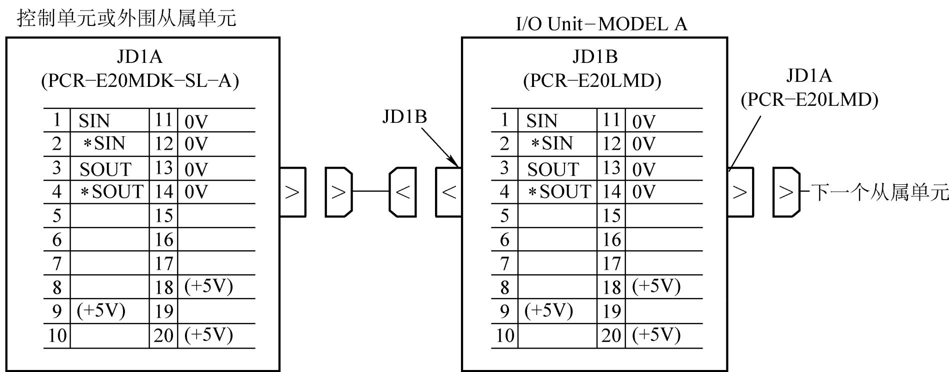


图 2-11　I/O LINK 电缆连接

图 2-11 中 SIN（Serial Input）表示串行输入，SOUT（Serial Output）表示串行输出，*SIN 和 *SOUT 分别是串行输入的非和串行输出的非。

对于长距离传输，可以使用光缆作为 I/O LINK 通信电缆，如图 2-12 所示，为此需要光电转换接口将电信号转换为光信号，或将光信号转换为电信号。

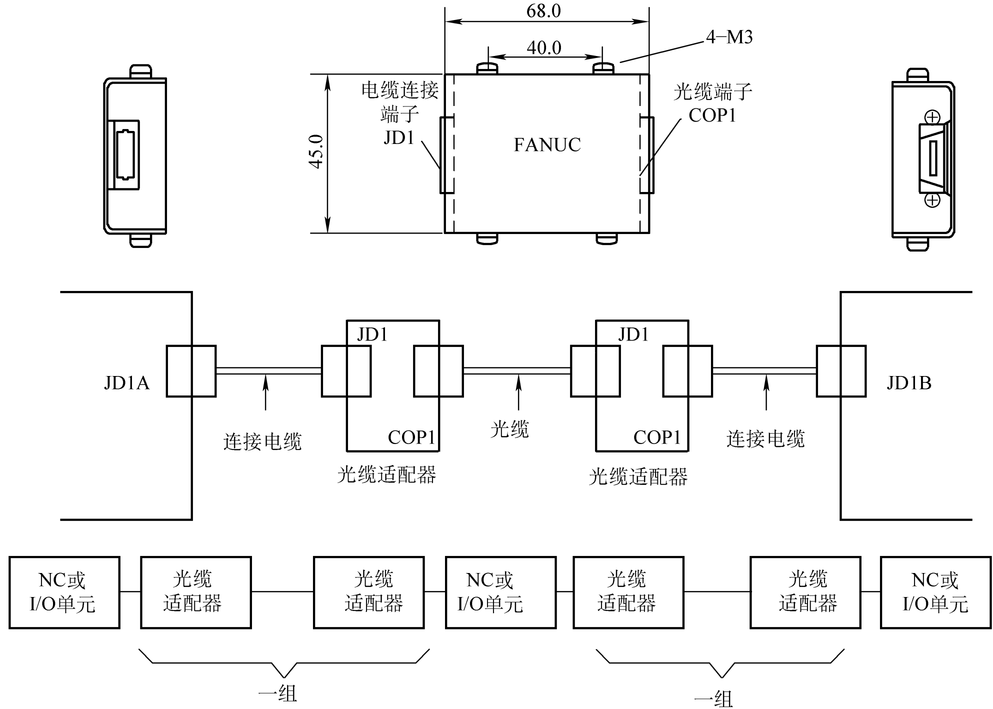
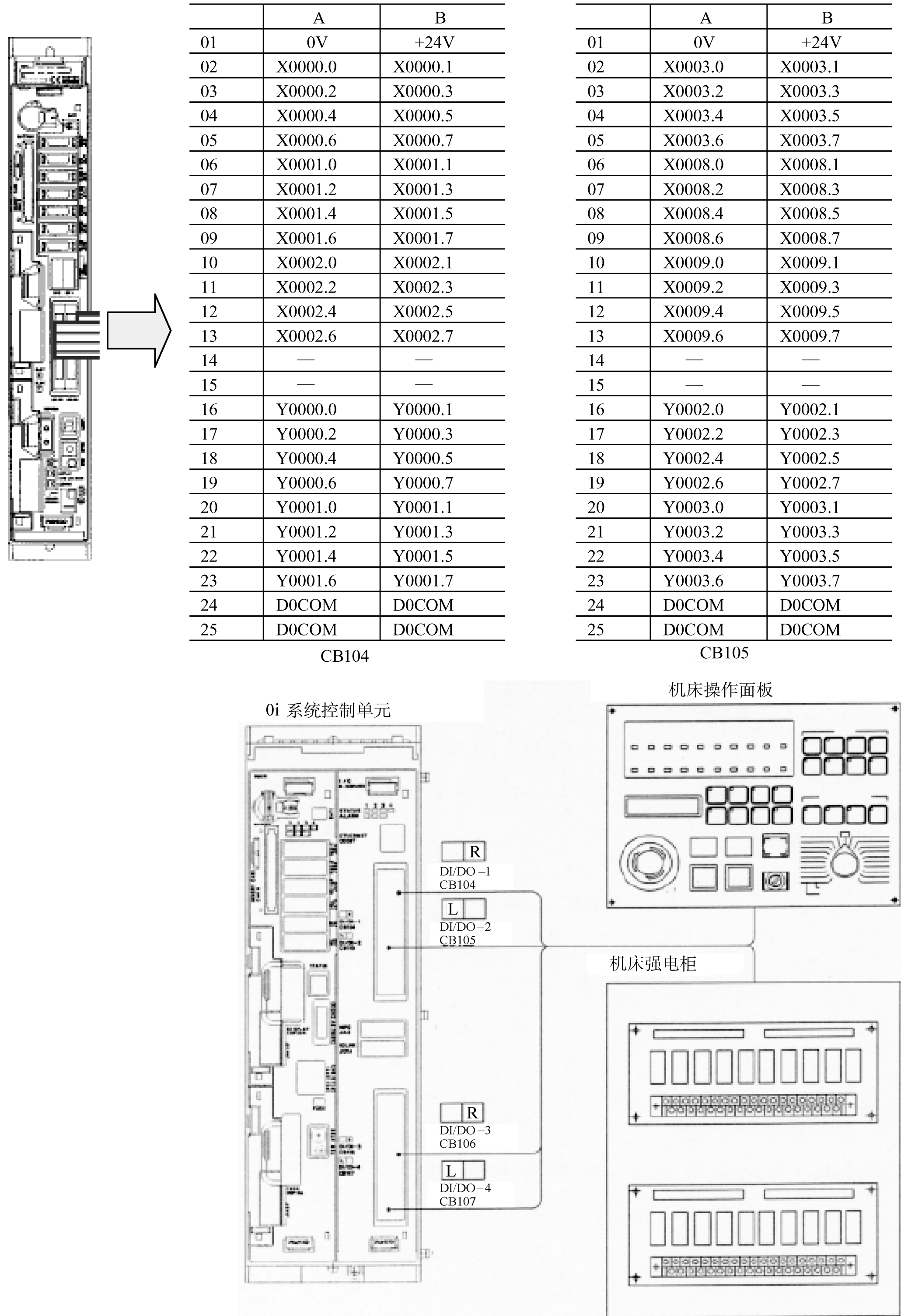


图 2-12　I/O LINK 光缆连接

在一个系统中最多可以连接 16 个光缆适配器。所谓内置 I/O 是通过 CNC 内部总线连接到内置 I/O 卡，再连接到外围接口设备，FANUC 0i-B 数控系统就采用这种接口连接形式。

2.2.1 FANUC 0i – B 数控系统内置 I/O 卡连接（见图 2-13）



	A	B
01	0V	+24V
02	X0000.0	X0000.1
03	X0000.2	X0000.3
04	X0000.4	X0000.5
05	X0000.6	X0000.7
06	X0001.0	X0001.1
07	X0001.2	X0001.3
08	X0001.4	X0001.5
09	X0001.6	X0001.7
10	X0002.0	X0002.1
11	X0002.2	X0002.3
12	X0002.4	X0002.5
13	X0002.6	X0002.7
14	—	—
15	—	—
16	Y0000.0	Y0000.1
17	Y0000.2	Y0000.3
18	Y0000.4	Y0000.5
19	Y0000.6	Y0000.7
20	Y0001.0	Y0001.1
21	Y0001.2	Y0001.3
22	Y0001.4	Y0001.5
23	Y0001.6	Y0001.7
24	D0COM	D0COM
25	D0COM	D0COM

CB104

	A	B
01	0V	+24V
02	X0003.0	X0003.1
03	X0003.2	X0003.3
04	X0003.4	X0003.5
05	X0003.6	X0003.7
06	X0008.0	X0008.1
07	X0008.2	X0008.3
08	X0008.4	X0008.5
09	X0008.6	X0008.7
10	X0009.0	X0009.1
11	X0009.2	X0009.3
12	X0009.4	X0009.5
13	X0009.6	X0009.7
14	—	—
15	—	—
16	Y0002.0	Y0002.1
17	Y0002.2	Y0002.3
18	Y0002.4	Y0002.5
19	Y0002.6	Y0002.7
20	Y0003.0	Y0003.1
21	Y0003.2	Y0003.3
22	Y0003.4	Y0003.5
23	Y0003.6	Y0003.7
24	D0COM	D0COM
25	D0COM	D0COM

CB105

图 2-13　FANUC 0i – B 数控系统内置 I/O 卡连接

2.2.2　分线盘式 I/O 模块

分线盘式 I/O 模块如图 2-14 所示，分线盘式 I/O 模块规格见表 2-2。

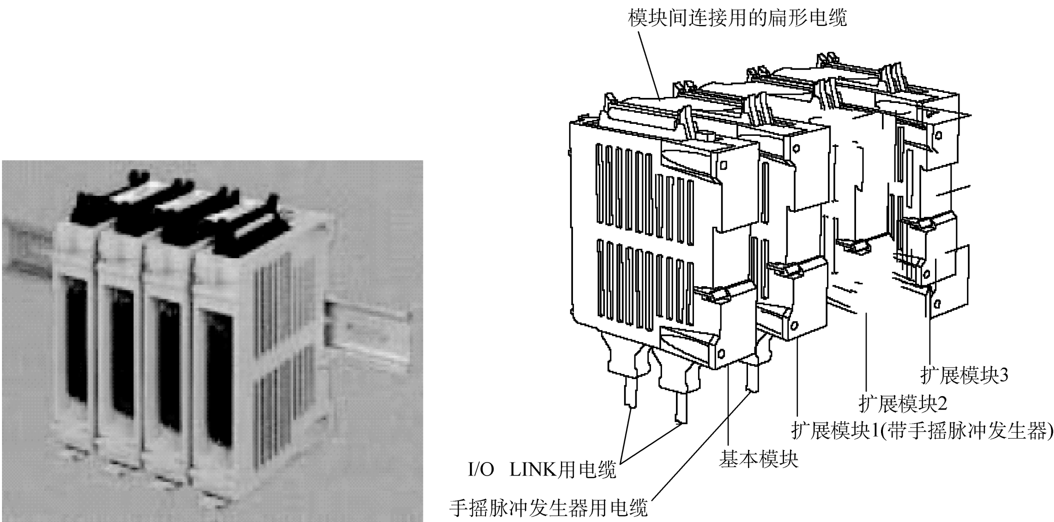


图 2-14　分线盘式 I/O 模块

表 2-2　分线盘式 I/O 模块规格

名　称	规　格	备　注
基本模块	A03B - 0815 - C001	I/O LINK 接口 DI/DO 点数：24/16
扩展模块（带手轮接口）	A03B - 0815 - C002	DI/DO 点数：24/16，手摇脉冲发生器 ×3 台
扩展模块（无手轮接口）	A03B - 0815 - C003	DI/DO 点数：24/16
2A 输出模块	A03B - 0815 - C004	DO 点数：16（2A）
模拟输入模块	A03B - 0815 - C005	模拟输入，4 通道
熔断器（备件）	A03B - 0815 - K002	1A
模块间扁平电缆	A03B - 0815 - K100	电缆长 20mm，用于模块间隔 32mm 的场合

注：1 块基本模块最多可接 3 块扩展模块，最大输入点数为 96，最大输出点数为 64。

1. 信号规范

1）直流输入信号规格（漏型输入：局部可切换成源型）见表 2-3。

表 2-3　分线盘式 I/O 模块输入信号规格

接点容量	DC 30V，16mA 以上
开路时接点间漏电流	1mA 以下（电压为 26.4V）
闭路时接点间电压降	2V 以下（包括电缆的电压降）
延迟时间	接收器的延迟时间为 2ms（最大），还要考虑 I/O LINK 的传送时间（最大为 2ms）和梯形图的扫描时间

2）直流输出信号规格（源型输出：DC 24V/0.2A）见表 2-4。

表 2-4　分线盘式 I/O 模块输出信号规格

接通时的最大负载电流	包括瞬间 200mA 以下
接通时的饱和电压	负载电流 200mA 时为 1V（最大）
耐压	包括瞬间 24(1 +20%)V 以下
关闭时的漏电流	20μA 以下
延迟时间	驱动器延迟时间为 50μs（最大），还要考虑 I/O LINK 的传送时间（最大为 2ms）和梯形图的扫描时间

CB150 插头作为分线盘式 I/O 模块的 I/O 插头，其型号为 HONDA MR－50MA，50MA 表示是 50 引脚的插针，（MA 表示针，FA 表示孔），插头从 1～50 每一个引脚代表一个信号端，I/O 地址是 FANUC 公司定义好的，请参见图 2-15 CB150 插头端子表。

33	D0COM			01	D0COM
34	Xm+0.0	19	0V	02	Yn+1.0
35	Xm+0.1	20	0V	03	Yn+1.1
36	Xm+0.2	21	0V	04	Yn+1.2
37	Xm+0.3	22	0V	05	Yn+1.3
38	Xm+0.4	23	0V	06	Yn+1.4
39	Xm+0.5	24	DICOM0	07	Yn+1.5
40	Xm+0.6	25	Xm+1.0	08	Yn+1.6
41	Xm+0.7	26	Xm+1.1	09	Yn+1.7
42	Yn+0.0	27	Xm+1.2	10	Xm+2.0
43	Yn+0.1	28	Xm+1.3	11	Xm+2.1
44	Yn+0.2	29	Xm+1.4	12	Xm+2.2
45	Yn+0.3	30	Xm+1.5	13	Xm+2.3
46	Yn+0.4	31	Xm+1.6	14	Xm+2.4
47	Yn+0.5	32	Xm+1.7	15	Xm+2.5
48	Yn+0.6			16	Xm+2.6
49	Yn+0.7			17	Xm+2.7
50	+24V			18	+24V

图 2-15　CB150（HONDA MR－50MA）插头端子表

使用扩展模块时，地址分配见表 2-5。

表 2-5　扩展模块地址分配

模　　块	输入信号	输出信号
基本模块	Xm +0 ~ Xm +2	Yn +0 ~ Yn +1
扩展模块 1	Xm +3 ~ Xm +5	Yn +2 ~ Yn +3
扩展模块 2	Xm +6 ~ Xm +8	Yn +4 ~ Yn +5
扩展模块 3	Xm +9 ~ Xm +11	Yn +6 ~ Yn +7

2. 输入信号的连接

图 2-16 中 CB150（*xx*）表示端子号，括号中的数字表示端子引脚号，Xm +1. *n* 表示对

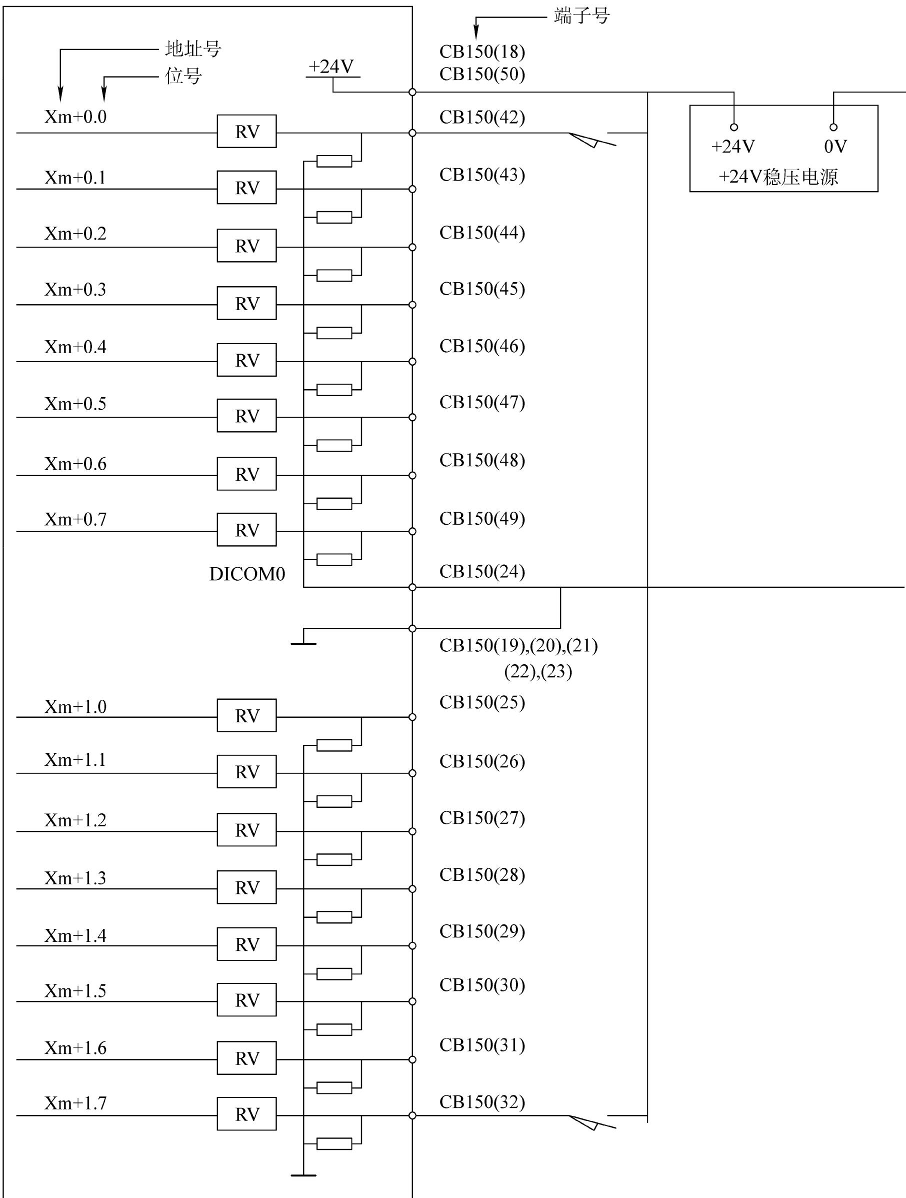


图 2-16　DI 模块连接

应的内部输入地址。图 2-16 中 RV 表示接收器（接收转换电路），CB150 插头端子 19 引脚、20 引脚、21 引脚、22 引脚、23 引脚接 0V 电压，18 引脚和 50 引脚接 +24V 电压。

上述接线图是漏型输入。通过切换公用端子 DICOM0，Xm+0 的 8 点信号可用作源型输入，此时把公用端子 DICOM0 接 +24V 电压，开关接 0V 电压。从安全角度考虑，请尽量使用漏型输入。

FANUC 接口电路图示方法源于 JIS（日本工业标准），它与我国国标和德国标准略有不同，特别是 Xm+1.*n* 和 G4.2、F7.2 等内部地址的表示，是 FANUC 公司定义的特有地址。但是在维修工作中无法回避接口图的阅读，所以应了解和熟悉这种读图的方法。

3. 信号输出电路

图 2-17 中 CB150（*xx*）表示端子为 CB150，括号中的数字表示端子引脚号，Yn+1.*n* 表示对应的内部输出地址。图 2-17 中 DV 表示驱动器（整形驱动电路），CB150 插头端子 19

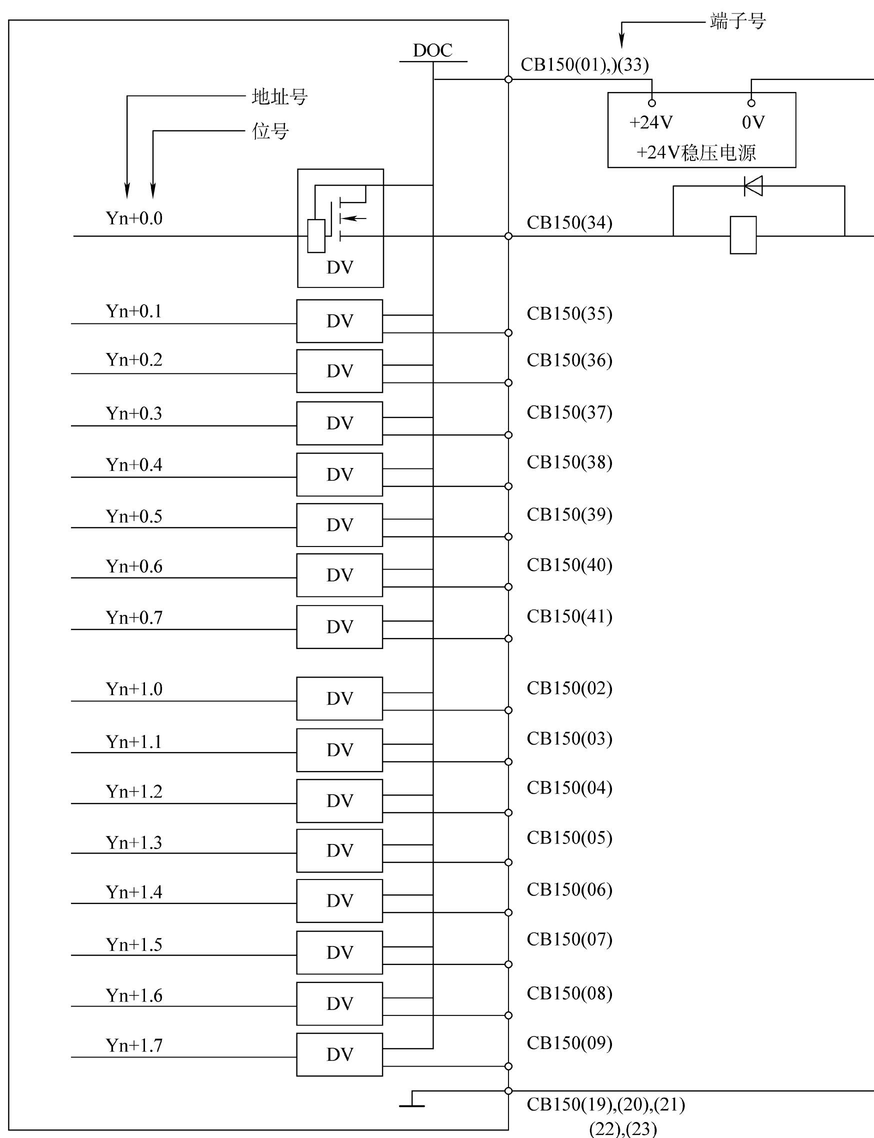


图 2-17　DO 模块连接

引脚、20 引脚、21 引脚、22 引脚、23 引脚接 0V 电压，01 引脚和 33 引脚接 +24V 电压。

FANUC 公司输出模块采用晶体管、光耦、干簧继电器等形式的电路，具体情况请核对机床厂具体选用哪种模块。

2.2.3　I/O Unit－MODEL A

对于使用 I/O 点数多的机床，如复杂的加工中心，需要使用更多的 I/O Unit（单元）。FANUC I/O Unit－MODEL A 如图 2-18 所示。I/O Unit 输入和输出模块规格见表 2-6 和表 2-7。

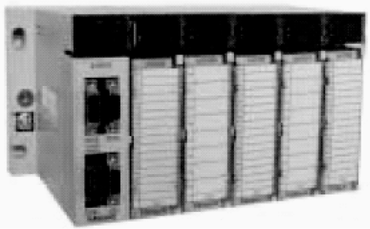


图 2-18　FANUC I/O Unit－MODEL A

表 2-6　I/O Unit 输入模块规格

<table>
<tr><th>模块名</th><th>输入形式</th><th>额定电压/V</th><th>额定电流/mA</th><th>极性</th><th>响应时间/ms</th><th>连接</th><th>LED</th></tr>
<tr><td>AID32A1</td><td rowspan="2">非隔离型 DC 输入</td><td rowspan="8">DC 24</td><td rowspan="8">7.5</td><td rowspan="2">漏型/源型</td><td>最大 20</td><td rowspan="2">连接器 A</td><td rowspan="2">无</td></tr>
<tr><td>AID32B1</td><td>最大 2</td></tr>
<tr><td>AID16C</td><td>—</td><td>源型</td><td rowspan="4">最大 20</td><td rowspan="2">端子台</td><td rowspan="2">有</td></tr>
<tr><td>AID16D</td><td>—</td><td>漏型</td></tr>
<tr><td>AID32E1</td><td rowspan="2">隔离型 DC 输入</td><td rowspan="4">漏型/源型</td><td>连接器 A</td><td rowspan="4">无</td></tr>
<tr><td>AID32E2</td><td>连接器 B</td></tr>
<tr><td>AID32F1</td><td>—</td><td rowspan="2">最大 2</td><td>连接器 A</td></tr>
<tr><td>AID32F2</td><td>—</td><td>连接器 B</td></tr>
<tr><td>AIA16G</td><td>AC 输入</td><td>AC 100～120</td><td>10.5（AC 120V）</td><td>—</td><td>开：最大 35
关：最大 45</td><td>端子台</td><td>有</td></tr>
</table>

表 2-7　I/O Unit 输出模块规格

<table>
<tr><th>模块名</th><th>输出形式</th><th>额定电压/V</th><th>额定电流/A</th><th>极性</th><th>连接</th><th>LED</th><th>熔丝</th></tr>
<tr><td>AOD32A1</td><td>非隔离型 DC 输出</td><td>DC 5～24</td><td>0.3</td><td>漏型</td><td>连接器</td><td>无</td><td>无</td></tr>
<tr><td>AOD08C</td><td rowspan="8">隔离型 DC 输出</td><td rowspan="8">DC 12～24</td><td rowspan="2">2</td><td>漏型</td><td rowspan="2">端子台</td><td rowspan="4">有</td><td rowspan="2">有</td></tr>
<tr><td>AOD08D</td><td>源型</td></tr>
<tr><td>AOD16C</td><td rowspan="2">0.5</td><td>漏型</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="6">无</td></tr>
<tr><td>AOD16D</td><td>源型</td></tr>
<tr><td>AOD32C1</td><td rowspan="4">0.3</td><td rowspan="2">漏型</td><td>连接器 A</td><td rowspan="4">无</td></tr>
<tr><td>AOD32C2</td><td>连接器 B</td></tr>
<tr><td>AOD32D1</td><td rowspan="2">源型</td><td>连接器 A</td></tr>
<tr><td>AOD32D2</td><td>连接器 B</td></tr>
<tr><td>AOA05E</td><td rowspan="3">AC 输出</td><td rowspan="2">AC 100～240</td><td>2</td><td rowspan="6">—</td><td rowspan="5">端子台</td><td rowspan="5">有</td><td rowspan="3">有</td></tr>
<tr><td>AOA08E</td><td>1</td></tr>
<tr><td>AOA12F</td><td>AC 100～120</td><td>0.5</td></tr>
<tr><td>AOR08G</td><td rowspan="3">继电器输出</td><td rowspan="2">最大
AC 250
DC 30</td><td>4</td><td rowspan="3">无</td></tr>
<tr><td>AOR16G</td><td rowspan="2">2</td></tr>
<tr><td>AOR16H2</td><td>最大 DC 30</td><td>连接器 B</td><td>无</td></tr>
</table>

2.2.4 机床操作面板接口

FANUC 公司标准机床操作面板如图 2-19 所示，操作面板连接如图 2-20 所示。

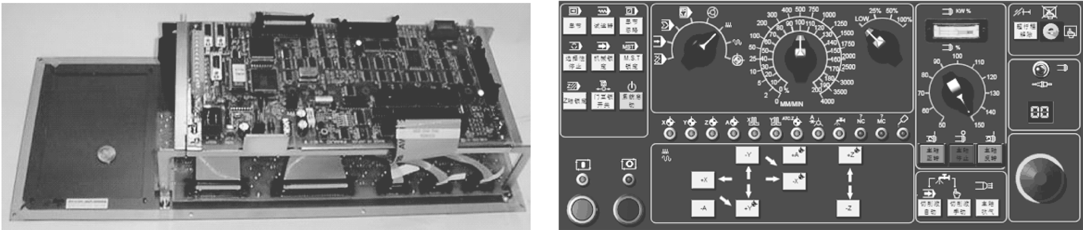


图 2-19　FANUC 公司标准机床操作面板

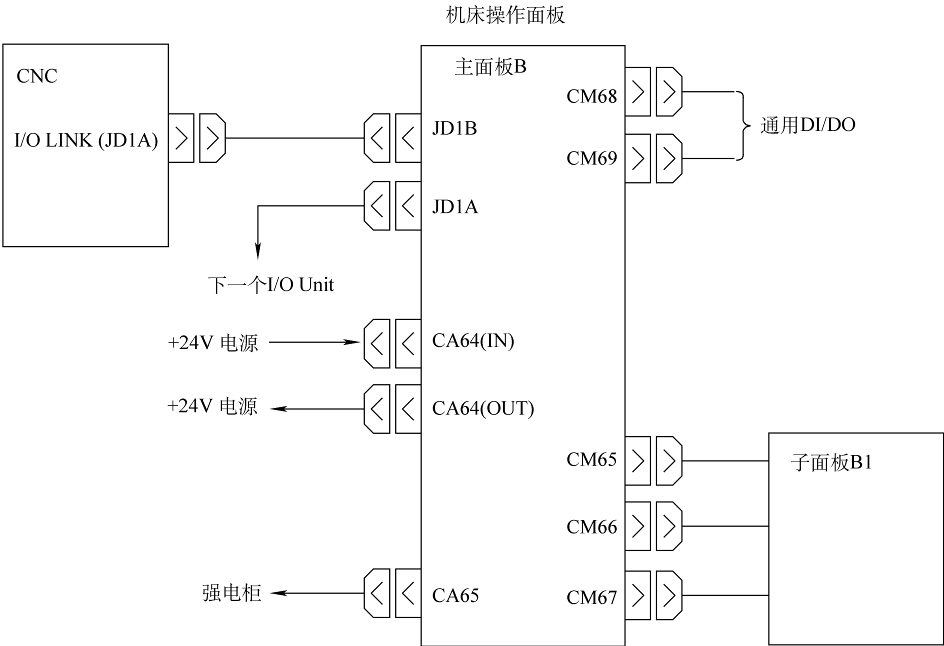


图 2-20　FANUC 公司标准机床操作面板连接

各主要端子信号如下：

CA64 六芯扁插头（电源）

3	—	2	0V	1	+24V
6	—	5	0V	4	+24V

CA65 20 芯插头（连接电柜）

A01	EON	B01	EOFF
A02	COM1	B02	COM2
A03	* ESP	B03	ESPCM1
A04	TR1	B04	TR2
A05	TR3	B05	TR4
A06	TR5	B06	TR6
A07	TR7	B07	TR8
A08	—	B08	—
A09	—	B09	—
A10	—	B10	—

CM67 10 芯黑色插头（开/关、程序保护开关、急停 ESP）

A01	EON	B01	EOFF
A02	COM1	B02	COM2
A03	Xm + 1. 4	B03	KEYCOM
A04	* ESP	B04	ESPCM1
A05	TR1	B05	TR2

CM65（通用 DI）

A01	—	B01	—
A02	—	B02	Xm + 0. 5
A03	Xm + 0. 1	B03	Xm + 0. 3
A04	+ 24V	B04	Xm + 0. 4
A05	Xm + 0. 2	B05	Xm + 0. 0

CM68（通用 DI/DO）

A01	+ 24V	B01	Xm + 1. 5
A02	Xm + 1. 6	B02	Xm + 1. 7
A03	Xm + 2. 0	B03	Xm + 2. 1
A04	Xm + 2. 2	B04	Xm + 2. 3
A05	Xm + 2. 4	B05	Xm + 2. 5
A06	TR3	B06	TR4
A07	TR5	B07	TR6
A08	Yn + 5. 3	B08	Yn + 5. 7
A09	Yn + 6. 3	B09	Yn + 6. 7
A10	DOCOM	B10	0V

CM69（通用 DI/DO）

A01	+ 24V	B01	Xm + 2. 6
A02	Xm + 2. 7	B02	Xm + 3. 0
A03	Xm + 3. 1	B03	Xm + 3. 2
A04	Xm + 3. 3	B04	Xm + 3. 4
A05	Xm + 3. 5	B05	Xm + 3. 6
A06	Xm + 3. 7	B06	DICOM
A07	TR7	B07	TR8
A08	Yn + 7. 3	B08	Yn + 7. 4
A09	Yn + 7. 5	B09	Yn + 7. 6
A10	DOCOM	B10	0V

CM66（通用 DI）

A01	—	B01	—
A02	—	B02	Xm + 1. 3
A03	Xm + 0. 7	B03	Xm + 1. 1
A04	+ 24V	B04	Xm + 1. 2
A05	Xm + 1. 0	B05	Xm + 0. 6

注意，上面表格中带　　标记的 I/O 引脚是成对的，每对中只有一个可以使用，带　　标记的引脚作为中继端子使用，同名的引脚互相直连。

CM67 与 CA65 两端子实际上是“子面板”通过“主面板”连接到机床上面的“通道”。标准机床操作面板“急停信号”连接如图 2-21 所示。

DI（输入信号）连接（Xm + 0. 0 ~ Xm + 1. 7）请参考图 2-22。

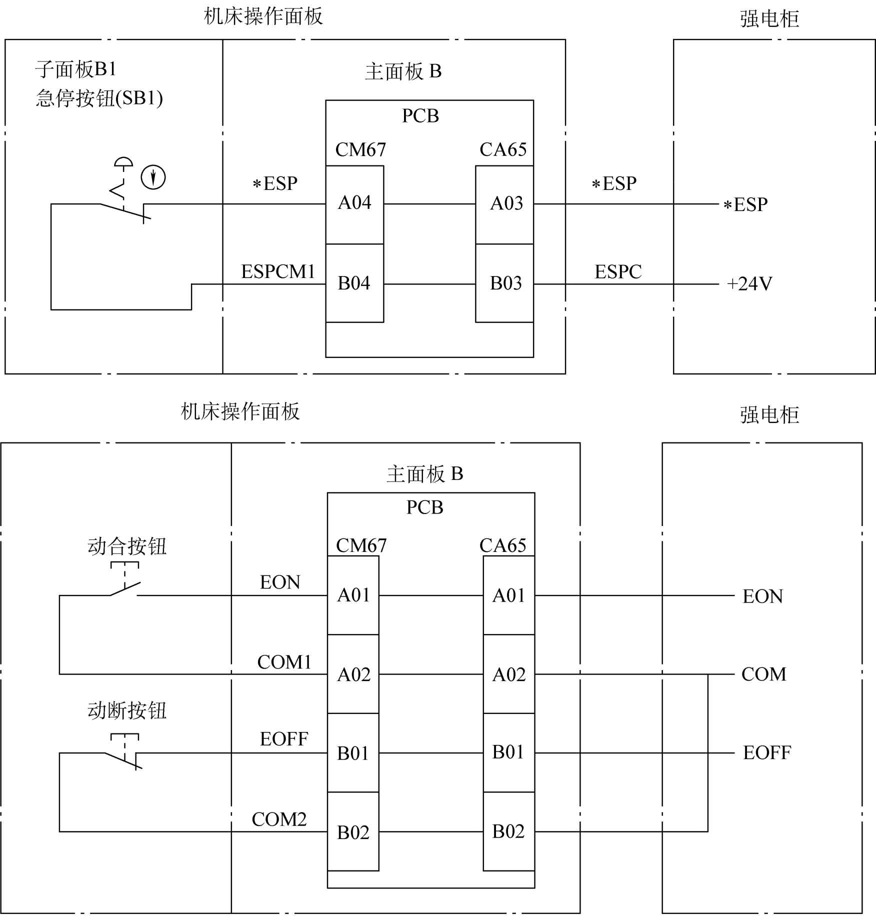


图 2-21　标准机床操作面板“急停信号”连接

DI（输入信号）连接（Xm +2.0 ~ Xm +3.7）请参考图 2-23。

引脚说明：

1）Xm + 3.0 ~ Xm + 3.7 有一条公用线，可选择源型或漏型。如果 DICOM［CM69（B06）引脚］连接到 +24V 电压，DI 信号为负逻辑。但在这种连接下，如果 DI 信号接地，DI 信号的状态就与 DI 信号“ON”相同。出于安全考虑，DICOM 应接至 0V 电压。

2）Xm +0.0 ~ Xm +0.7、Xm +1.0 ~ Xm +1.7 和 Xm +2.0 ~ Xm +2.7 的公用线是固定的，因此如果这些地址下的 DI 引脚没被使用，该引脚状态保持为 0。当 Xm +3.0 ~ Xm +3.7 有一个可选择的公用线时，如果 DICOM［CM69（B06）引脚］接至 0V 并且这些引脚没被使用，引脚状态即为 0；如果 DICOM 与 +24V 电压相连并且引脚没被使用，引脚状态即为 1；如果 DICOM 既不与 0V 电压相连也不与 +24V 电压相连，并且引脚没被使用，则无需考虑该引脚的状态。

DO（输出信号）的连接请参考图 2-24。

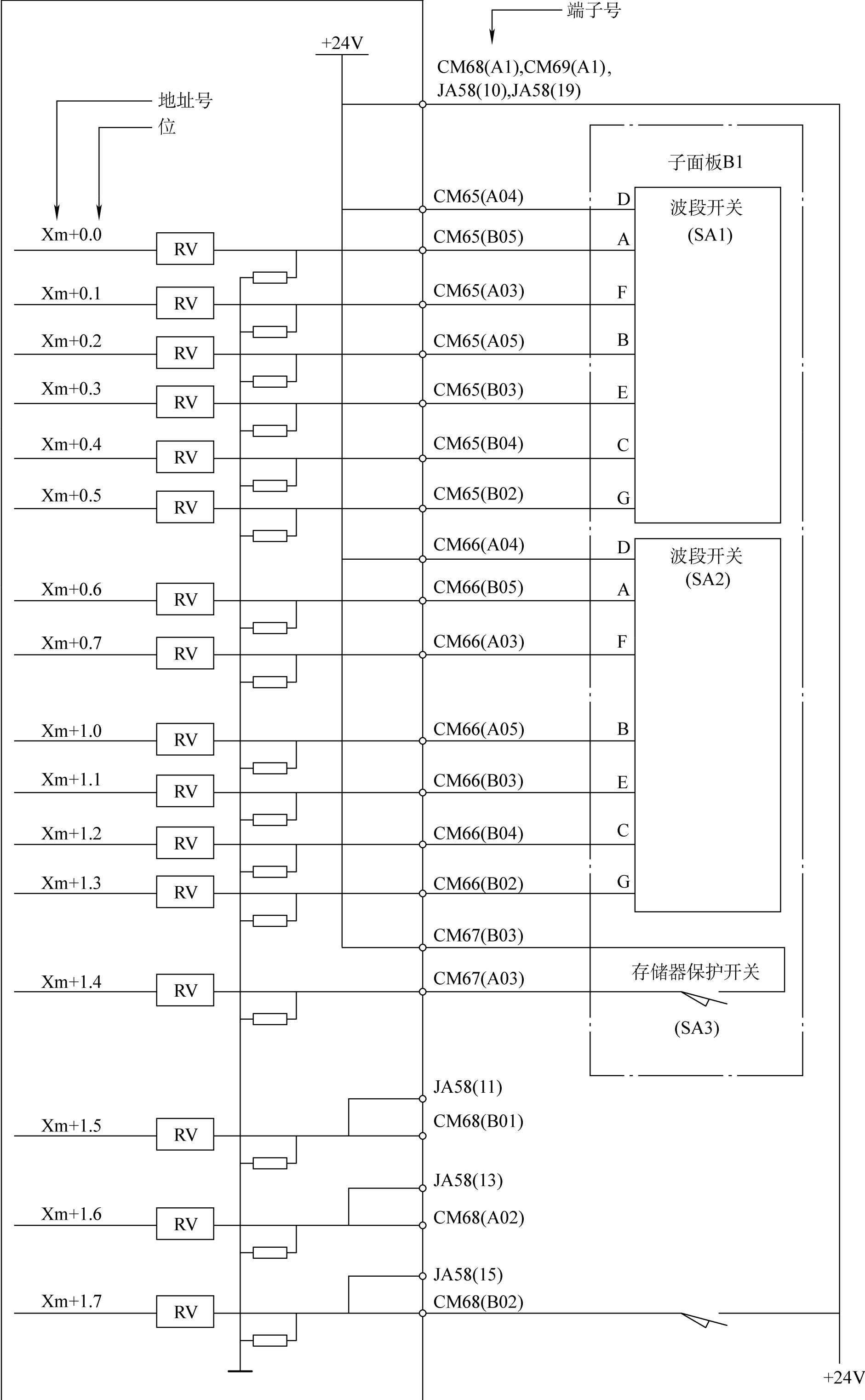


图 2-22　标准机床操作面板“输入信号”的连接（Xm +0.0 ~ Xm +1.7）

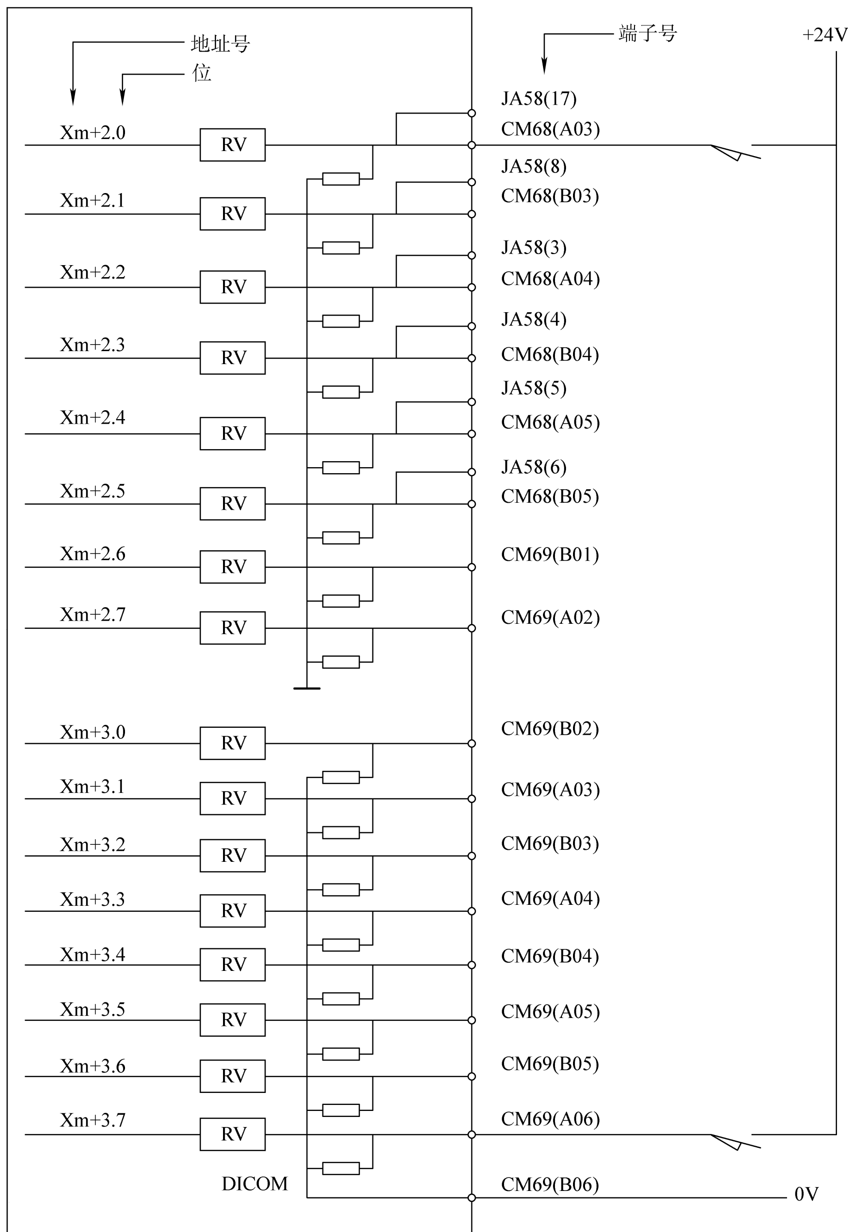


图 2-23　标准机床操作面板“输入信号”的连接（Xm +2.0 ~ Xm +3.7）

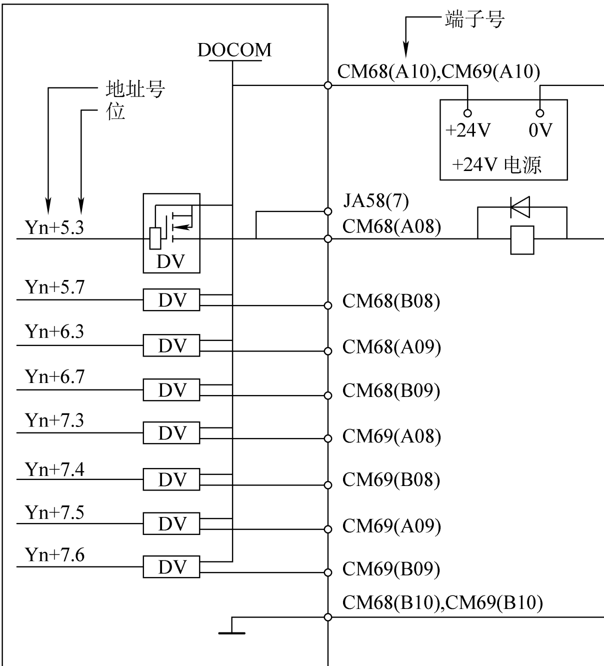


图 2-24　标准机床操作面板“输出信号”的连接

主面板键盘连接如下：

按键/LED 位置	7	6	5	4	3	2	1	0
Xm +4/Yn +0	B4	B3	B2	B1	A4	A3	A2	A1
Xm +5/Yn +1	D4	D3	D2	D1	C4	C3	C2	C1
Xm +6/Yn +2	A8	A7	A6	A5	E4	E3	E2	E1
Xm +7/Yn +3	C8	C7	C6	C5	B8	B7	B6	B5
Xm +8/Yn +4	E8	E7	E6	E5	D8	D7	D6	D5
Xm +9/Yn +5	—	B11	B10	B9	—	A11	A10	A9
Xm +10/Yn +6	—	D11	D10	D9	—	C11	C10	C9
Xm +11/Yn +7	—	—	—	—	—	E11	E10	E9

标准机床操作面板地址分配如图 2-25 所示。

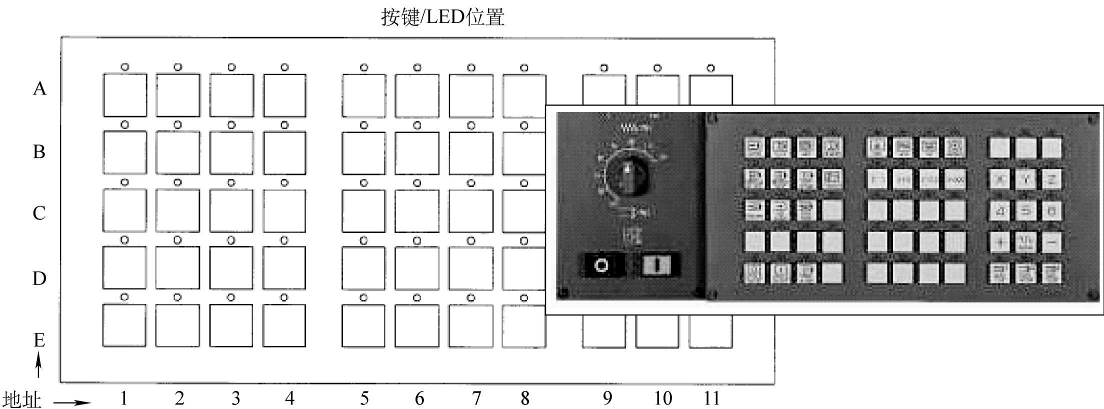
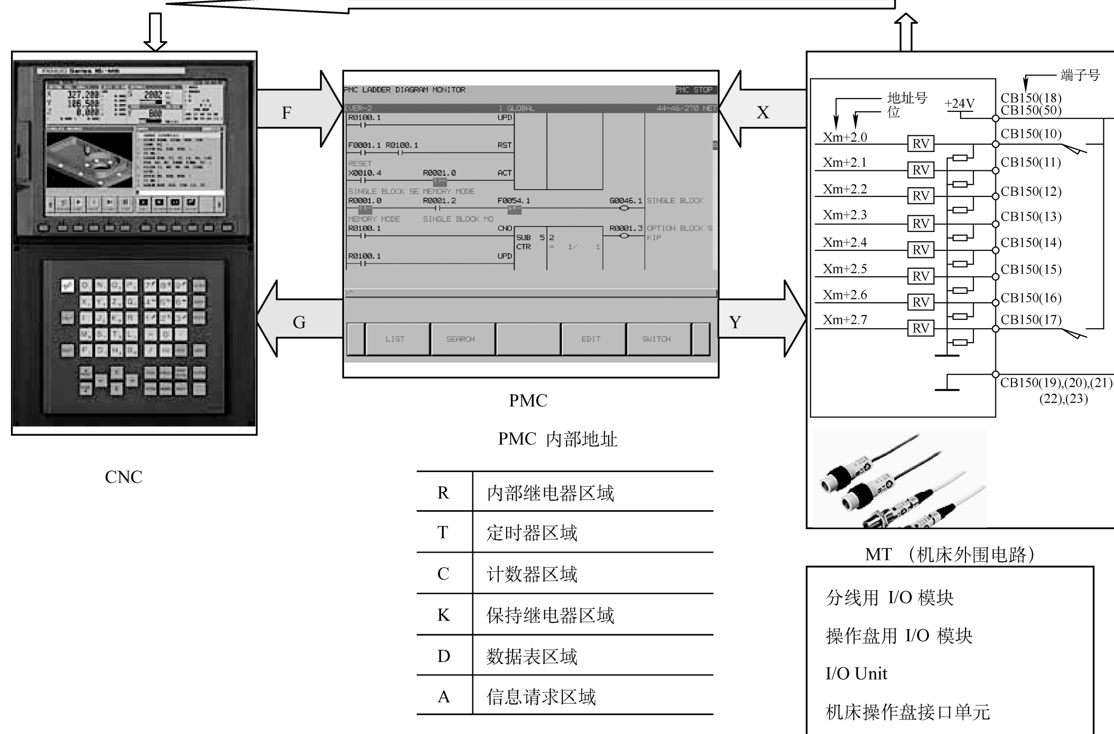


图 2-25　标准机床操作面板地址分配

2.3　PMC 地址分配

PMC 作为 CNC 与机床（Machine Tool，MT）之间的信号传递通路，既要与 CNC 进行信号交换，又要与机床外围开关进行信号交换，另外 PMC 本身还存在内部中间继电器（Internal relay）、计数器（Counter）、保持继电器（Keep relay）、数据表（Data sheet）、时间变量，它们之间的相互关系如图 2-26 所示。



R	内部继电器区域
T	定时器区域
C	计数器区域
K	保持继电器区域
D	数据表区域
A	信息请求区域

图 2-26　PMC 地址分配

地址定义如下：

1）X：MT 输入到 PMC 的信号，如接近开关、急停输入信号等。

2）Y：PMC 输出到 MT 的信号，如电磁阀、灯等执行部件。

3）F：CNC 输入到 PMC 的信号，FANUC 定义的内部地址，如 CNC 输入到 PMC 的代码指令，如 M 代码（地址 F10 ~ F13）、T 代码（地址 F26 ~ F29）、系统准备信号 MA（地址 F1.7）、伺服准备信号 SA（地址 F0.6）等。

4）G：PMC 输出到 CNC 的信号，该信号是经过 PMC 处理后传送到 CNC 的信号，FANUC 定义的内部地址，如自动运转起动信号 ST（G7.2）、串行主轴正转信号 SFRA（G70.5）、串行主轴反转信号 SRVA（G70.4）、串行主轴停止信号 * SSTP（G29.6）。

注意：所谓的输入、输出，立场一定是站在 PMC 上看，对于 PMC 来说，从 MT 输入 PMC 的信号是 X 地址，从 PMC 输出到机床的信号是 Y 地址，从 CNC 输入到 PMC 的信号是 F 地址，从 PMC 输出到 CNC 的信号是 G 地址。

内部地址：R（寄存器）、T（定时器）、C（计数器）、K（保持继电器）、D（数据表）、A（报警信息）是 PMC 程序使用的内部地址。

地址分类及相关说明见表 2-8。

表 2-8 PMC 地址分类

地址	种 类	地址号	内 容	备注
X	MT→PMC	X0 ~ X127	来自 I/O 的输入信号	非保持型存储器
Y	PMC→ MT	Y0 ~ Y127	对 I/O 的输出信号	
G	PMC→CNC	G0 ~ G255	普通输入信号或对第 1 系统侧的输入信号（PMC－SB5）	
		G0 ~ G511	普通输入信号或对第 1 系统侧的输入信号（PMC－SB6）	
		G1000 ~ G1255	对第 2 系统侧的输入信号（PMC－SB5）	
		G1000 ~ G1511	对第 2 系统侧的输入信号（PMC－SB6）	
F	CNC→PMC	F0 ~ F255	普通输出信号或来自第 1 系统侧的输出信号（PMC－SB5）	
		F0 ~ F511	普通输出信号或来自第 1 系统侧的输出信号（PMC－SB6）	
		F1000 ~ F1255	来自第 2 系统侧的输出信号（PMC－SB5）	
		F1000 ~ F1511	来自第 2 系统侧的输出信号（PMC－SB6）	
R	内部继电器区域或作业区域系统保留区	R0 ~ R1499	PMC－SB5	
		R0 ~ R2999	PMC－SB6	
		R9000 ~ R9117	PMC－SB5	
		R9000 ~ R9199	PMC－SB6	
T	定时器区域	T0 ~ T79	PMC－SB5	—
		T0 ~ T299	PMC－SB6	
C	计数器区域	C0 ~ C79	PMC－SB5	
		C0 ~ C199	PMC－SB6	
K	保持继电器区域	K0 ~ K15	PMC－SB5	保持型存储器
		K0 ~ K15，K17 ~ K39	PMC－SB6	
	系统保留区域	K16 ~ K39	PMC－SB5	
		K16，K900 ~ K909	PMC－SB6	
D	数据表区域	D0 ~ D2999	PMC－SB5	—
		D0 ~ D7999	PMC－SB6	
E	外部继电器	E0 ~ E7999	PMC－SB6	
A	信息请求区域	A0 ~ A24	PMC－SB5	非保持型存储器
		A0 ~ A124	PMC－SB6	
L	标号指定号	L1 ~ L9999	PMC－SB5/SB6	
P	子程序号	P1 ~ P512	PMC－SB5	
		P1 ~ P2000	PMC－SB6	

注：表中 PMC－SBx 为 PMC 版本号，目前 FANUC 0i－C 使用 SB－7 版 PMC。

CNC 与 PMC 之间的地址（G 地址、F 地址）是 FANUC 公司已经定义好的，机床制造商在使用时只能根据 FANUC 公司提供的地址表“对号入座”，所以对于这些信号在维修 MT 过程中，如需了解其含义和使用方法，查看 FANUC 公司所给标准地址表即可。

FANUC i 系列数控系统常用地址见表 2-9。

表 2-9　FANUC i 系列数控系统常用地址表

信号：地址	16/18/21/0i/PM	
	T	M
自动循环启动：ST	G7. 2	
进给暂停：＊SP	G8. 5	
方式选择：MD1，MD2，MD4	G43. 0. 1. 2	
进给轴方向： ＋X，－X，＋Y，－Y ＋Z，－Z，＋4，－4 适用于 FANUC 0i 系统 ＋J1，＋J2，＋J3，＋J4 －J1，－J2，－J3，－J4 适用于 FANUC－16i/18i/21i 系统	G100. 0. 1. 2. 3	
手动快速进给 ：RT	G19. 7	
手摇进给轴选择快速倍率：HX/ROV1，HY/ROV2，HZ/DRN，H4 适用于 FANUC 0i 系统 JS1A～JS1D 适用于 FANUC 16i/18i/21i 系统	G18. 0. 1. 2. 3	
手摇进给轴选择/空运行：HZ/DRN 适用于 FANUC 0i 系统 DRN 适用于 FANUC 16i/18i/21i 系统	G46. 7	
手摇进给/增量进给倍率：MP1，MP2	G19. 4. 5	
单程序段运行：SBK	G46. 1	
程序段选跳：BDT	G44. 0；G45	
零点返回：ZRN	G43. 7	
回零点减速：＊DECX，＊DECY，＊DECZ，＊DEC4	X9. 0. 1. 2. 3	
机床锁住：MLK	G44. 1	
急停：＊ESP	G8. 4	
进给暂停中：SPL	F0. 4	
自动循环启动灯：STL	F0. 5	
回零点结束： ZPX，ZPY，ZPZ，ZP4 适用于 FANUC 0i 系统 ZP1，ZP2，ZP3，ZP4 适用于 FANUC 16i/18i/21i 系统	F94. 0. 1. 2. 3	
进给倍率： ＊OV1，＊OV2，＊OV4，＊OV8 适用于 FANUC 0i 系统 ＊FV0～＊FV7 适用于 FANUC 16i/18i/21i 系统	G12	
手动进给倍率：＊JV0～＊JV15 适用于 FANUC 16i/18i/21i 系统	F79，F80	
进给锁住：＊IT	G8. 0	
进给轴分别锁住： ＊ITX，＊ITY，＊ITZ，＊IT4 适用于 FANUC 0i 系统 ＊IT1～＊IT4 适用于 FANUC 16i/18i/21i 系统	G130. 0. 1. 2. 3	

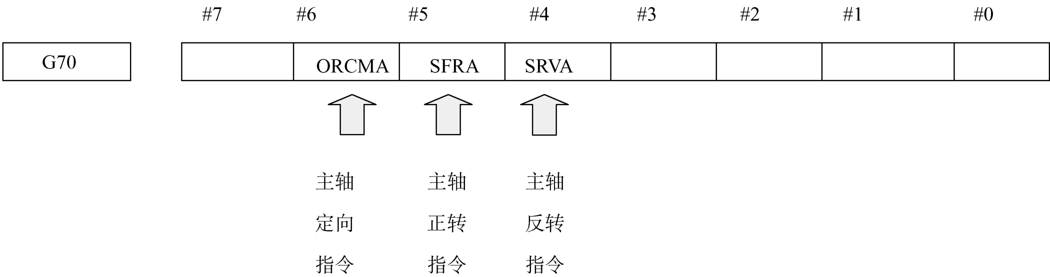
（续）

信号：地址	16/18/21/0i/PM	
	T	M
各轴各方向锁住：＋MIT1～＋MIT4；（－MIT4）～（－MIT1）	X1004.2～X1004.5	G132.0.1.2.3 G134.0.1.2.3
启动锁住：STLK	G7.1	
辅助功能锁住：AFL	G5.6	
M 功能代码：M00～M31	F10～F13	
M00，M01，M02，M30 代码	F9.4.5.6.7	
M 功能（读 M 代码）：MF	F7.0	
进给分配结束：DEN	F1.3	
S 功能代码：S00～S31	F22～F25	
S 功能（读 S 代码）：SF	F7.2	
T 功能代码：T00～T31	F26～F29	
T 功能（读 M 代码）：TF	F7.3	
辅助功能结束信号：MFIN	G5.0	
刀具功能结束信号：TFIN	G5.3	
结束：FIN	G4.3	
倍率无效：OVC	G6.4	
外部复位：ERS	G8.7	
复位：RST	F1.1	
NC 准备好：MA	F1.7	
伺服准备好：SA	F0.6	
自动（存储器）方式运行：OP	F0.7	
程序保护：KEY	F46.3.4.5.6	
工件号检索：PN1，PN2，PN4，PN8，PN16	G9.4	
外部动作指令：EF	F8.0	
进给轴硬超程： ＊＋LX，＊＋LY，＊＋LZ，＊＋L4 ＊－LX，＊－LY，＊－LZ，＊－L4	G114.0.1.2.3 G116.0.1.2.3	
伺服断开：SVFX，SVFY，SVFZ，SVF4	G126.0.1.2.3	
位置跟踪：＊FLWU	G7.5	
位置误差检测：SMZ	G53.6	—
手动绝对值：＊ABSM	G6.2	
镜像：MIRX，MIRY，MIR4	G106.0.1.2.3	
螺纹倒角：CDZ	G53.7	—
系统报警：AL	F1.0	
电池报警：BAL	F1.2	

（续）

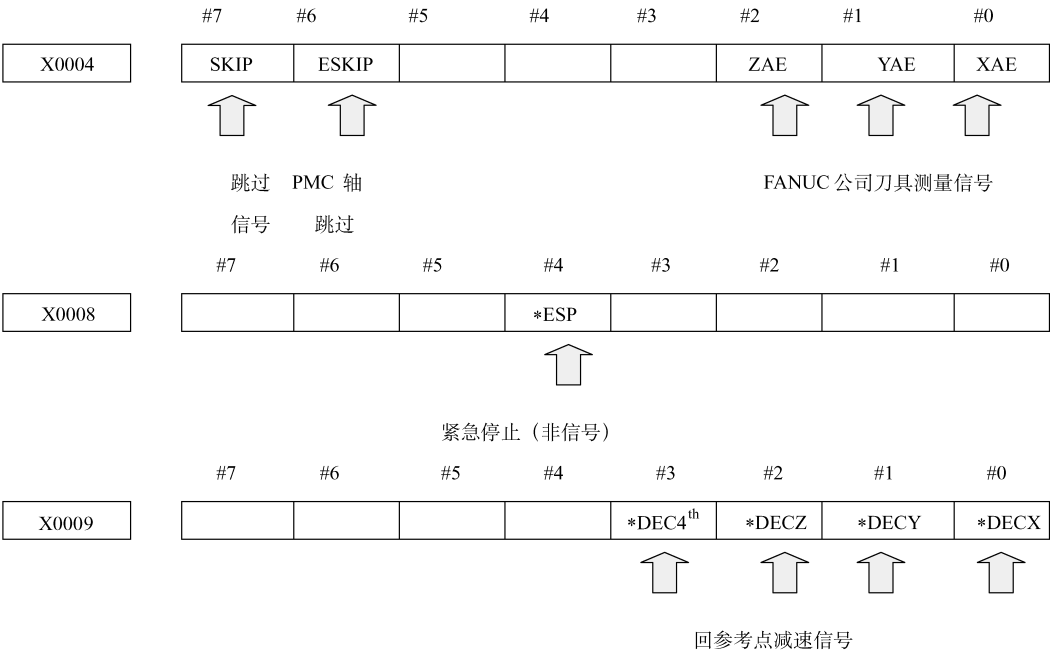
信号：地址	16/18/21/0i/PM	
	T	M
DNC 加工：DNCI	G43. 5	
跳转：SKIP	X4. 7	
主轴转速到达：SAR	G29. 4	
主轴停止转动：*SSTP	G29. 6	
主轴定向：SOR	G29. 5	
主轴转速倍率：SOV0～SOV7	G30	
主轴换挡：GR1，GR2（T），GR1O，GR2O，GR3O（M）	G28. 1. 2	F34. 0. 1. 2
串行主轴正转：SFRA	G70. 5	
串行主轴反转：SRVA	G70. 4	
S12 位代码输出：R01O～R12O	F36；F37	
S12 位代码输入：R01I～R12I	G32；G33	
SSIN	G33. 6	
SGN	G33. 5	
机床就绪：MRDY	G70. 7	
主轴急停：*ESPA	G71. 1	
定向指令：ORCMA	G70. 6	
定向完成：ORARA	F45. 7	

注：表中 G _． _或 F _． _，小数点前表示 NC－PMC 的地址字节数，也即行，小数点后面表示字的位数。如 G70. 5 表示 FANUC 串行主轴正转信号（PMC 发到 CNC 的信号）在 G70 的第 5 位。



对于 PMC 与 MT 间的信号（X、Y 地址信号），除个别信号被 FANUC 公司定义外，绝大多数地址可以由机床制造商自行定义。所以对于 X、Y 地址的含义，必须参见机床制造商提供的技术资料。

此外下列信号作为高速信号由 CNC 直接读取，不经过 PMC 进行处理。



带＊的信号是负逻辑信号。例如，急停信号（＊ESP）通常为 1，处于急停状态时＊ESP 为 0。

从 PMC 送到 MT 的信号地址用 Y 表示，这些信号的地址可由 PMC 编程人员任意指定。

2.4　PMC 周期

FANUC PMC 分为高速扫描区（LEVEL1，即第 1 级）和通常顺序扫描区（LEVEL2，即第 2 级），并用功能指令 END1 和 END2 分别结束两个区域的程序，某些版本的 PMC 使用了 END3 处理中断级别更低（LEVEL3，即第 3 级）的程序。

它的分级原则是，将一些与安全相关的信号放入高速扫描区域，如急停处理、轴互锁等，将其他逻辑程序放在通用顺序扫描区。如果版本功能具有 END3，则将 PMC 报警显示放到第 3 级中。

PMC 扫描周期如图 2-27 所示。

第 1 级部分：每 8ms（PMC 的最短执行时间）执行一次扫描，PMC－SB7 基本指令执行时间为 0.033μs/步。

第 2 级部分：第 1 级结束（读取 END1）后继续执行。

但是，通常第 2 级的步数较多，在第 1 个 8ms 中不能全部处理完。所以在每个 8ms 中顺序执行第 2 级的一部分，直至执行到第 2 级的结束（读取 END2）。在其后的 8ms 时间中再次从第 2 级的开头重复执行。

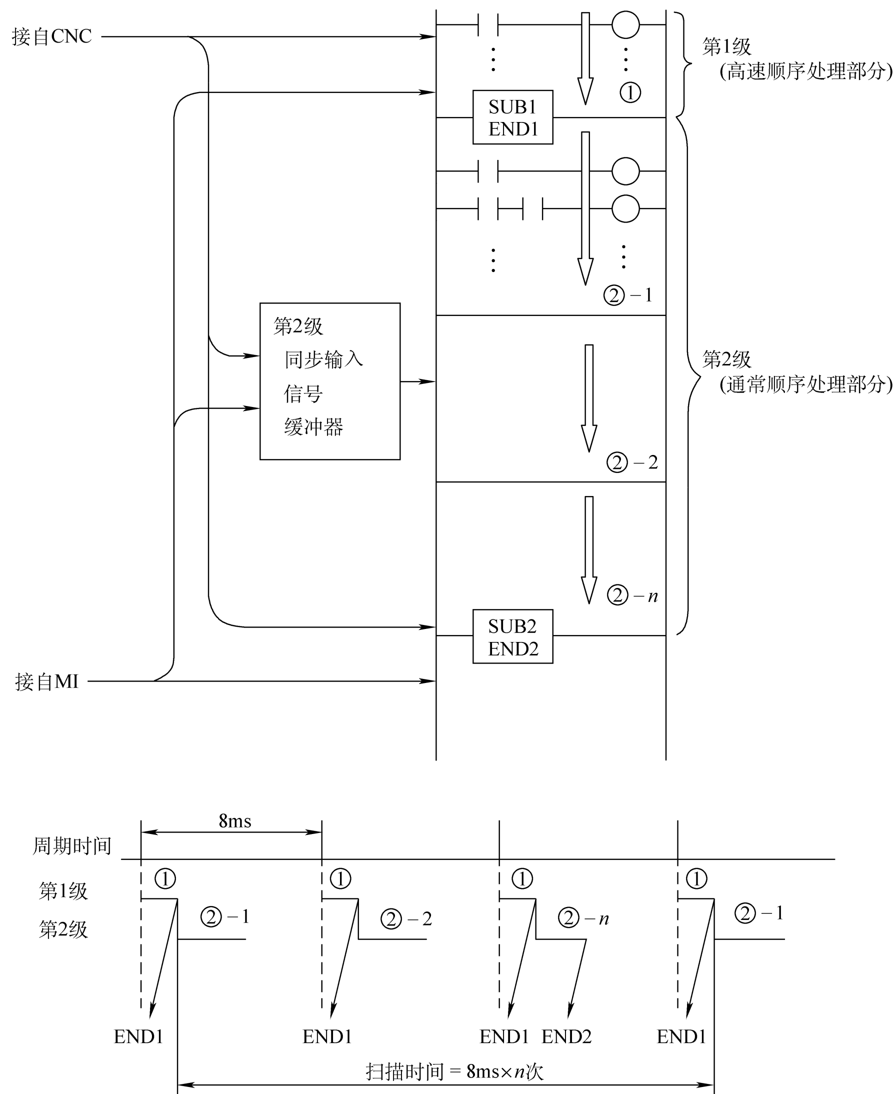


图 2-27　PMC 扫描周期

第 3 章　FANUC PMC 及功能指令介绍

FANUC PMC 的特点主要包括：

1）基于专用 PMC 处理芯片的高性能内装式 PMC；

2）CNC 与 PMC 之间的高速窗口；

3）FANUC I/O LINK 高速传送接口数据；

4）丰富的 PMC 诊断功能；

5）以太网环境下的程序开发环境；

6）提供灵活的用户编程环境。

3.1　规格

3.1.1　FANUC PMC 版本及使用系统

由于 FANUC 数控系统采用内装式 PMC，所以 FANUC PMC 的型号与 FANUC 数控系统的型号一一对应。FANUC PMC 的型号与 FANUC 数控系统型号的对应关系见表 3-1。

表 3-1　FANUC PMC 的型号与 FANUC 数控系统的型号对照表

产品名称	简　称	适用的 PMC
FANUC PMC－MODEL PA1	PMC－PA1	FANUC Power Mate－MODEL D FANUC Series 21－MODEL A
FANUC PMC－MODEL PA3	PMC－PA3	FANUC Power Mate－MODEL D/F/H FANUC Series 21－MODEL A
FANUC PMC－MODEL SA1 （旧名称：FANUC PMC－MODEL RA1）	PMC－SA1 （PMC－RA1）	FANUC Series 18－MODEL A/B FANUC Series 20 FANUC Series 21－MODEL B 梯形图控制功能 FANUC Series 21i－MODEL A
FANUC PMC－MODEL SA2 （旧名称：FANUC PMC－MODEL RA2）	PMC－SA2 （PMC－RA2）	FANUC Series 18－MODEL A
FANUC PMC－MODEL SA3 （旧名称：FANUC PMC－MODEL RA3）	PMC－SA3 （PMC－RA3）	FANUC Series 18－MODEL A FANUC Series 20 FANUC Series 21－MODEL B
FANUC PMC－MODEL SA5 （旧名称：FANUC PMC－MODEL RA5）	PMC－SA5 （PMC－RA5）	FANUC Series 21i－MODEL A
FANUC PMC－MODEL SB （旧名称：FANUC PMC－MODEL RB）	PMC－SB （PMC－RB）	FANUC Series 16－MODEL A

（续）

产品名称	简　称	适用的 PMC
FANUC PMC – MODEL SB2 （旧名称：FANUC PMC – MODEL RB2）	PMC – SB2 （PMC – RB2）	FANUC Series 16 – MODEL A
FANUC PMC – MODEL SB3 （旧名称：FANUC PMC – MODEL RB3）	PMC – SB3 （PMC – RB3）	FANUC Series 16 – MODEL A/B FANUC Series 18 – MODEL B
FANUC PMC – MODEL SB4 （旧名称：FANUC PMC – MODEL RB4）	PMC – SB4 （PMC – RB4）	FANUC Series 16 – MODEL B FANUC Series 18 – MODEL B
FANUC PMC – MODEL SB5 （旧名称：FANUC PMC – MODEL RB5）	PMC – SB5 （PMC – RB5）	FANUC Series 16 – MODEL C FANUC Series 18 – MODEL C
FANUC PMC – MODEL SB6 （旧名称：FANUC PMC – MODEL RB6）	PMC – SB6 （PMC – RB6）	FANUC Series 16i – MODEL A FANUC Series 18i – MODEL A FANUC Power Mate *i* – MODEL D/H
FANUC PMC – MODEL SC （旧名称：FANUC PMC – MODEL RC）	PMC – SC （PMC – RC）	FANUC Series 16 – MODEL A
FANUC PMC – MODEL SC3 （旧名称：FANUC PMC – MODEL RC3）	PMC – SC3 （PMC – RC3）	FANUC Series 16 – MODEL A/B/C FANUC Series 18 – MODEL B/C
FANUC PMC – MODEL SC4 （旧名称：FANUC PMC – MODEL RC4）	PMC – SC4 （PMC – RC4）	FANUC Series 16 – MODEL B/C FANUC Series 18 – MODEL B/C
FANUC PMC – MODEL NB	PMC – NB	FANUC Series 15 – MODEL B
FANUC PMC – MODEL NB2	PMC – NB2	FANUC Series 16 – MODEL A/B FANUC Series 18 – MODEL B
FANUC PMC – MODEL NB6	PMC – NB6	FANUC Series 15i – MODEL A

FANUC 数控系统附带有数本 PMC 编程手册，以讲解梯形图程序编程方法和 PMC 运行原理。FANUC 数控系统 PMC 手册的外观如图 3-1 所示。

FANUC PMC 在亚洲普遍使用梯形图编程方式，而在欧美地区则习惯使用 C 语言编程，不同版本的 FANUC PMC 的型号及相应的功能见表 3-2。FAPT LADDER 是用于编制 FANUC PMC 程序的软件。FAPT LADDER III 是 Windows 操作环境下运行的 PMC 编程软件。

3.1.2　扫描周期

LADDER 程序分级控制，第 1 级为高速扫描，8ms 一个周期。

第二周期扫描周期时间为 8$n$ms，n 为第 2 级程序的分割数，第 2 级程序生成时自动分割成 n 段分步扫描块。

梯形图程序结构如图 3-2 所示。

SA1 ~ SA3，SB ~ SB7 第 1，2 级每分割数扫描时间 1.25ms，其余时间用于 NC（数控插补等）处理。n 个周期后，执行到分步扫描块 n 又从分步扫描块 1 开始。



图 3-1　FANUC 数控系统 PMC 手册外观

表 3-2　FANUC PMC 的型号及相应功能对照表

PMC 机型		SA1	SA5	SB5	SB6	SB7
使用数控系统	FS16i/FS18i - B	—	—	—	—	○
	FS21i - B	○	—	—	—	○
	FS16i/FS18i - B - A	—	—	○	○	—
	FS21i - A	○	○		○	—
	装料器控制板	○	—	—	—	—
	Power Mate *i* - D/H	—	—	○	○	—
开发语言	基本命令处理时间/(μs/步)	5	0.085			0.033
	梯形图语言	○	○	○	○	○
	步序	—	—	—	○	☆
	C 语言	—	☆	☆	☆	☆
编辑功能	编辑功能	把编辑卡装入 CNC				内置
	FAPT LADDER - Ⅱ	○	○	○	○	×
	FAPT LADDER - Ⅲ	○	○	○	○	○

注：○表示基本功能项，—表示不具备此功能，☆表示可选项，×表示不可选项。

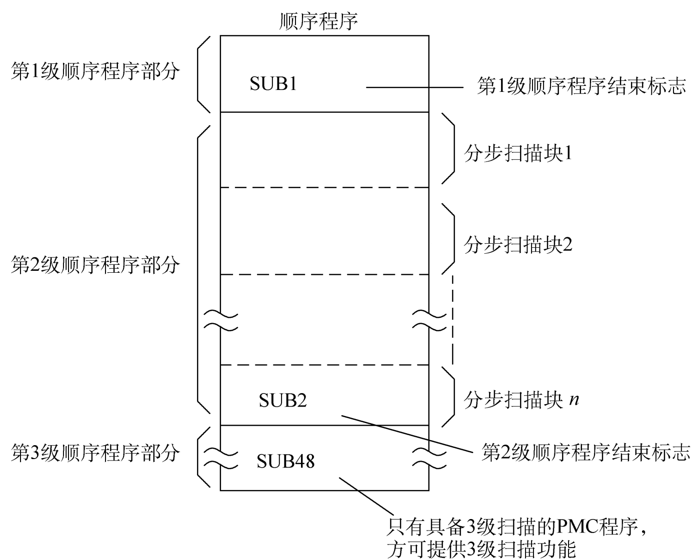


图 3-2　梯形图程序结构

PMC 程序的执行过程如图 3-3 所示。

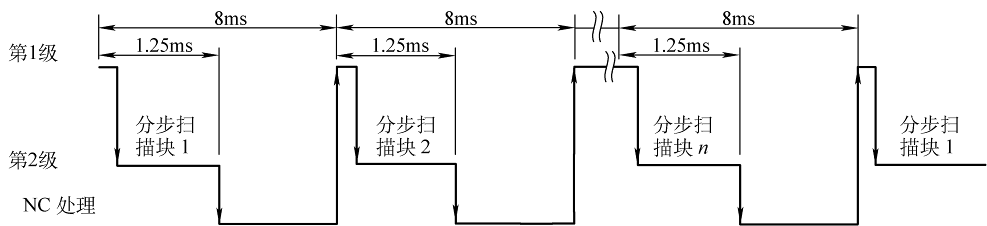


图 3-3　PMC 程序的执行过程

第 1 级与第 2 级扫描差异如下：即使是同一个输入信号，在第 1 级和第 2 级程序中，其状态也有可能不同。这是因为在第 1 级程序中使用输入信号存储器，在第 2 级程序中使用同步输入信号存储器，因此第 2 级程序中的输入信号要比第 1 级中的输入信号滞后，在最坏的情况下，可滞后一个第 2 级程序的执行周期。

如图 3-4 所示为一个梯形图程序，当 A. M 信号导通，即 A. M 为 ON（短脉冲信号）；同时 B 未导通，即 B 为 OFF；C 信号导通，即 C 为 ON。当第 1 级程序执行完成后，如图 3-4 所示，图 3-4a 与图 3-4b 的运行结果有很大区别。

（1）图 3-4a 所示梯形图程序　W1 =1 时，W2 有可能并不为 1，因为第 2 级程序中的输入信号状态要比第 1 级的输入信号状态滞后。

（2）图 3-4b 所示梯形图程序　W1 =1 时，一定有信号 W2 =1。

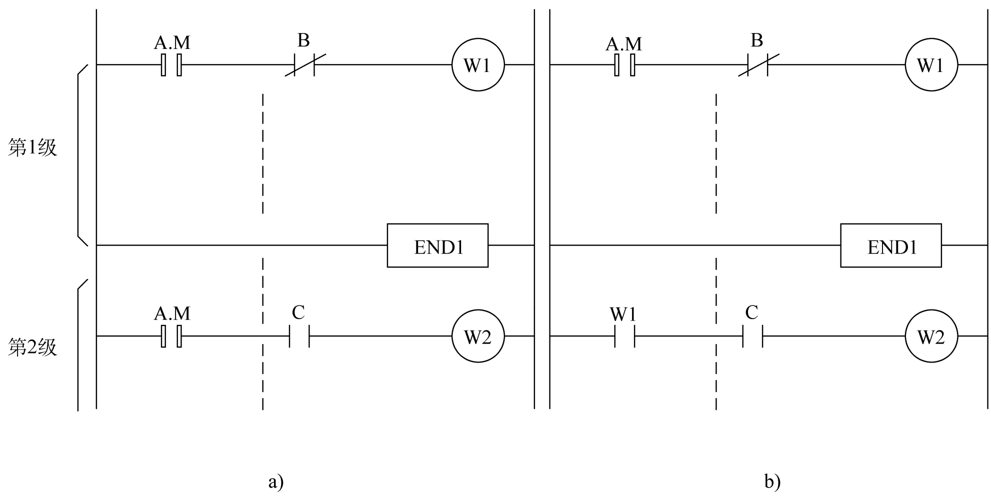


图 3-4　梯形图示例

第 1 级放置一些与安全相关的程序，如急停、超程、轴互锁、参考点、跳过等信号处理。第 2 级作为主要模块，放置体现机床控制逻辑的 PMC 程序。第 3 级用于放置报警显示、指示灯等处理。PMC – RC 可以处理第 3 级。

3.1.3　程序结构

FAPT FLADDAR – Ⅲ允许结构化编程，结构化编程优点主要体现如下：

1）程序易于理解，便于编辑；

2）更加方便地检查程序错误。

结构化编程的 3 种格式包括：

1）子程序：每个子程序完成一项 PMC 控制任务。

在机床的控制过程中，PMC 必须根据用户输入的信号（操作者按下机床操作面板上的状态选择按键或旋钮），控制系统进入不同的工作状态（常见工作状态包括：MEM，即自动运行存储器中的加工程序；EDIT，即新建/编辑加工程序；MDI，即手动数据输入；REF，即手动返回参考点；JOG，即手动连续进给；HND，即手轮控制机床进给）。如图 3-5 所示子程序即为数控系统工作状态控制 PMC 程序。

具有子程序的 PMC 程序结构如图 3-6、图 3-7 所示。

2）嵌套：通过子程序的组合组织结构化程序，如图 3-8 所示。

3）条件分支：主程序循环执行并检测条件是否满足，如图 3-9 所示。

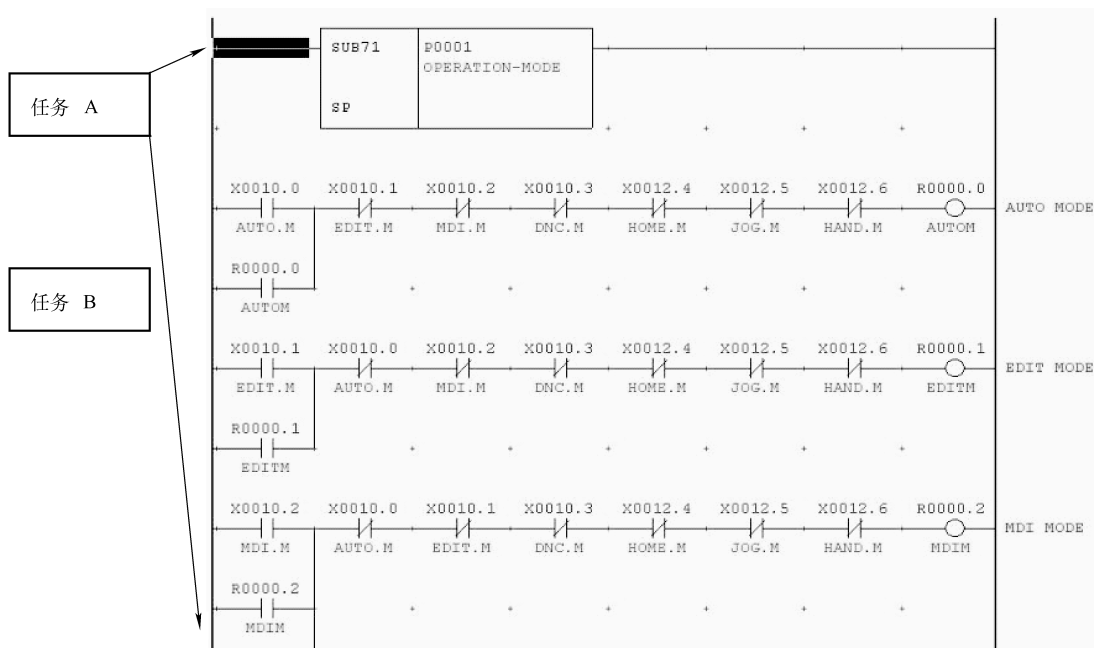


图 3-5　子程序示例

注：此处任务 A 实际上代表调用指令，任务 B 代表调用的内容。

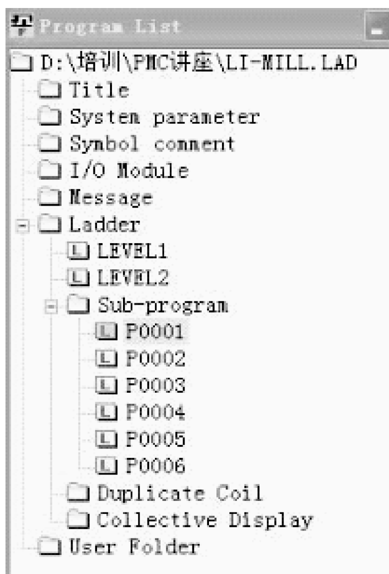


图 3-6　FAPT FLADDAR – Ⅲ程序列表中具有子程序的 PMC 程序结构

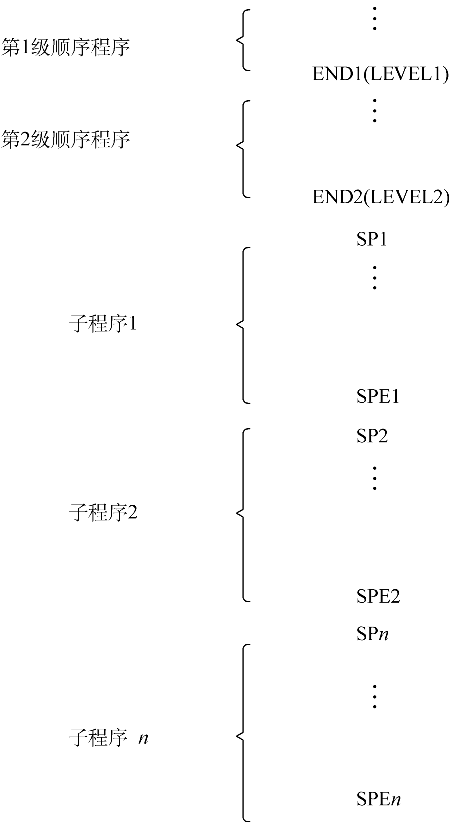


图 3-7　带子程序的梯形图程序结构

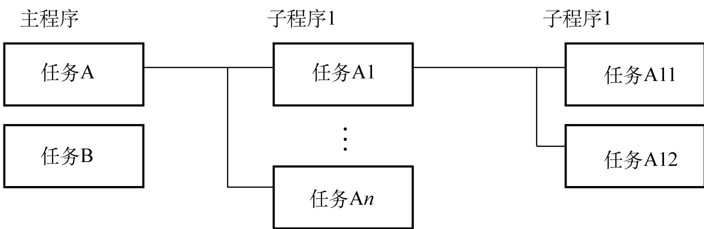


图 3-8　具有嵌套结构的程序结构

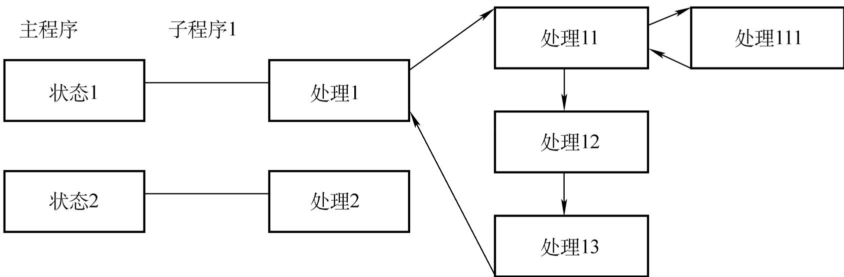


图 3-9　具有条件分支结构的程序结构

3.1.4　程序编制开发流程（见图 3-10）

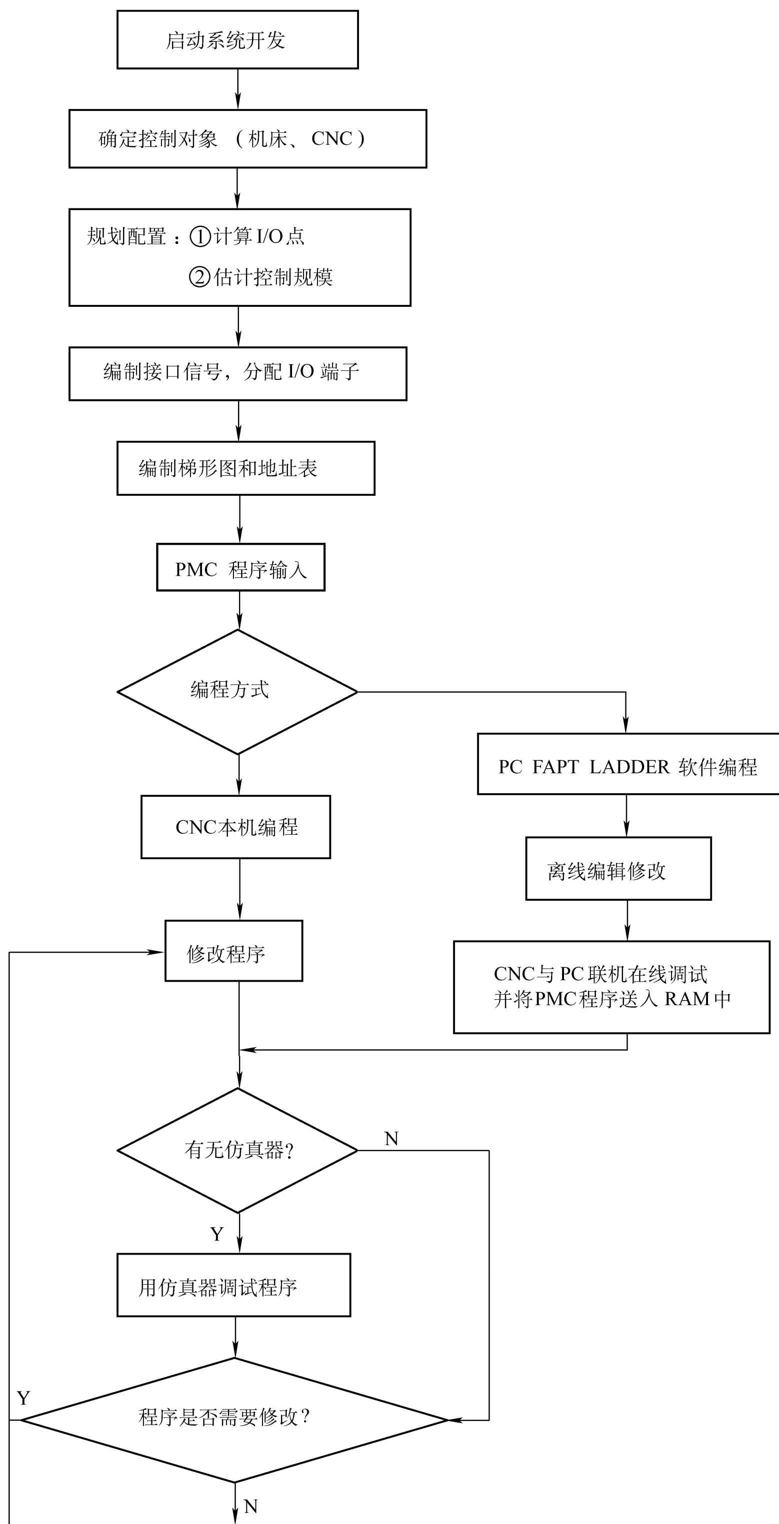


图 3-10　PMC 程序开发流程

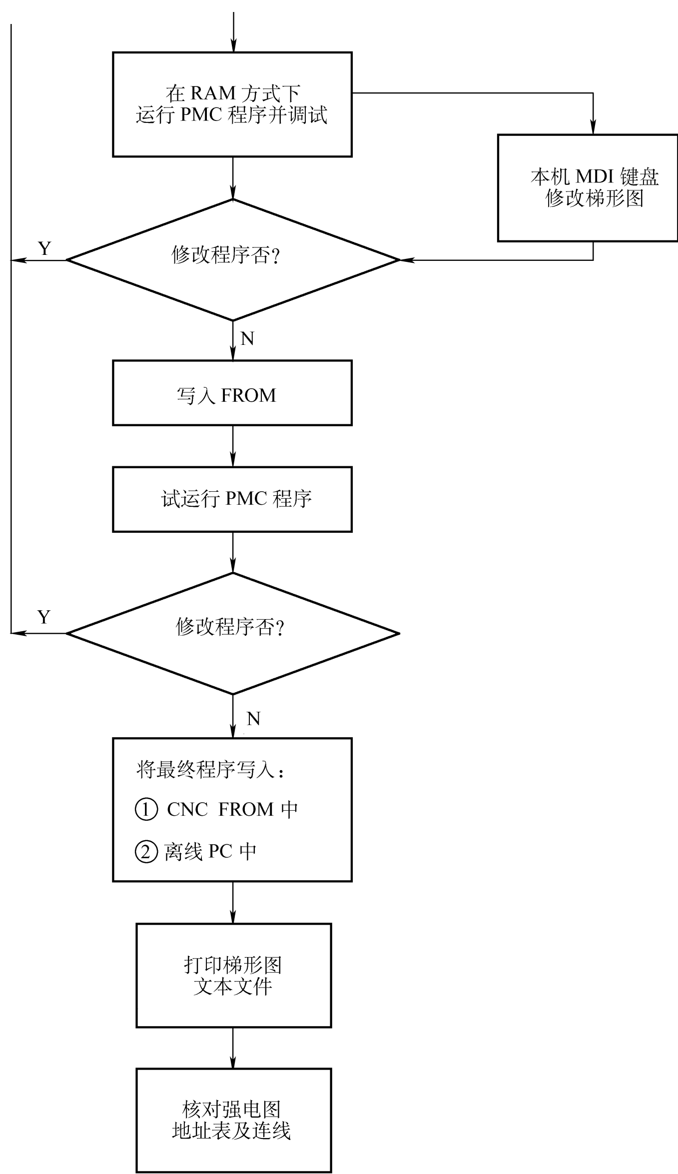


图 3-10　PMC 程序开发流程（续）

如果要编制 PMC 程序，必须首先确定被控制信号以及 PMC 表示这些信号的地址。FANUC PMC 对各类信号对应的地址的命名有严格的规定。

如图 3-11 所示，地址的格式用地址号和位号表示。地址号的开头必须指定一个字母表示信号的类型，字母与信号类型的对应关系见表 3-3。在功能指令中指定的字节单位的地址位号可以省略。

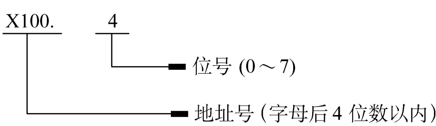


图 3-11　FANUC PMC 信号地址形式

表 3-3　FANUC PMC 信号地址表

字　母	信号的种类
X	由机床向 PMC 输入信号（MT→PMC）
Y	由 PMC 向机床输出信号（PMC→MT）
F	由 NC 向 PMC 输入信号（NC→PMC）
G	由 PMC 向 NC 输出信号（PMC→NC）
R	内部继电器
A	报警显示请求信号
K	保持继电器

1. 内部继电器 R

在梯形图中，经常需要中间继电器进行辅助运算。R0 ~ R999 作为通用中间继电器使用，R9000 后的地址作为 PMC 系统程序保留区域，这些继电器信号的地址不能用作梯形图中的输出信号（线圈）。

R9000 作为二进制加法运算（ADDB）、二进制减法运算（SUBB）、二进制乘法运算（MULB）、二进制除法运算（DIVB）和二进制数值大小判别（COMPB）功能指令的运算结果输出用寄存器，R9000 各位的含义如下：

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
R9000			功能指令运算结果溢出				功能指令运算结果为负值	功能指令运算结果为 0

R9091 是系统定时器，其各位的含义如下：

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
R9091		1s 的周期信号，每个周期中 504ms 为 1，496ms 为 0	200ms 的周期信号，每个周期中 104ms 为 1，96ms 为 0				常为 1	常为 0

2. 报警显示请求信号 A

机床制造商把机床所能预见的不同异常情况汇总后，自己编写错误代码和报警信息。PMC 通过从机床侧各检测装置反馈回来的信号和系统部分的状态信号，对机床所处的状态根据 PMC 程序的逻辑进行自诊断，若系统发现机床状态与正常的状态有异，即将机床当时的情况判定为异常，并将对应于该种异常的 A 地址信号置为 1。

当某个 A 地址信号为 1 后，报警显示屏便会出现相关的信息，帮助查找和排除故障。这类报警信息是由机床制造商在编辑 PMC 程序时编写的。

3. 保持继电器 K（断电/上电后保持原状态）

K 为保持型继电器地址的首字符。保持型继电器的特点是，线圈的状态完全取决于对 PMC 参数［KEEPRL］的设置，保持继电器线圈是否带电不受梯形图逻辑控制。在梯形图中可以使用 K 地址触点形式的信号，但梯形图程序中不会出现 K 地址输出信号（线圈）。

此外，由图 3-10 PMC 程序开发流程图可见，FANUC 数控系统支持在 CNC 本机上编制 PMC 程序，同时用户还可以通过 PMC 编程软件 FAPT LADDER – Ⅲ在计算机上编制 PMC 程序，然后通过以太网、FLASH 卡、串行通信将 PMC 程序传输至 CNC 并运行 PMC 程序。

3.1.5　特殊地址处理

1. 机床至 PMC

机床侧的开关量信号通过 I/O 单元接口输入至 PMC 中，除极少数信号外，绝大多数信号的含义及所占用 PMC 的地址均可由 PMC 程序设计者自行定义。表 3-4 给出的信号是由 CNC 直接读取的，所以不需要 PMC 进行处理。另外，根据地址的分配决定连接线的端子号。

表 3-4　需要特殊处理的机床侧输入信号表

地址	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
X0004	SKIP	ESKIP	－MIT2	＋MIT2	－MIT1	＋MIT1	ZAE	XAE
	跳转信号	PMC 跳转	刀具预调仪				测量位置到达信号	
	SKIP	ESKIP				ZAE	YAE	XAE
	跳转信号	PMC 跳转				测量位置到达信号		
X0008				＊ESP				
				紧急停止				
X0009	＊DEC8	＊DEC7	＊DEC6	＊DEC5	＊DEC4	＊DEC3	＊DEC2	＊DEC1
	回参考点减速信号							

注：为车床系统地址，为铣床系统地址，为铣床/车床系统共用地址。

2. PMC 至机床

PMC 控制机床的信号通过 PMC 的开关量输出接口送到机床侧，所有开关量输出信号的含义及所占用 PMC 的地址均可由 PMC 程序设计者自行定义。如向 *X* 轴正向运动指示灯用 Y2.0 定义，同样可在 PMC STATUS 状态下，通过观察 Y0002 的第 0 位“0”或“1”来获知该输出信号是否有效。

3. CNC 至 PMC

CNC 送至 PMC 的信号可由 CNC 直接送入 PMC 的寄存器中，所有 CNC 送至 PMC 的信号的含义和地址（开关量地址或寄存器地址）均由 CNC 厂家确定，PMC 编程者只可使用，不可改变或增删。如辅助功能 M、S、T 指令，通过 CNC 译码后直接送入 PMC 相应的寄存器中。SB－7 版本系统刀具指令选通信号为 F7.3，即 CNC 译码 T 指令后，CNC 向 PMC 发出 F7.3＝1 信号，通知 PMC 开始处理换刀指令。

4. PMC 至 CNC

PMC 送至 CNC 的信号也由开关量信号或寄存器完成，所有 PMC 送至 CNC 的信号的含义和地址均由 CNC 厂家确定，PMC 编程者只可使用，不可改变或增删。SB－7 版本系统 G4.3 为 T 指令处理完成信号。常用 G、F 信号参见表 2-9。

5. 请一定要使用急停信号（＊ESP）

6. 不使用 SKIP 等其他信号时其地址可由其他通用信号使用

7. 前头带“＊”的信号是负逻辑信号

例如，急停信号＊ESP 通常为 1，处于急停状态时＊ESP 为 0。

8. 把参数 3006#0 设为 1 时回参考点减速信号＊DEC 变为地址 G19.6 但梯形图要指定相应地址

常用 PMC 接口地址见表 3-5。

表 3-5　常用 PMC 接口地址表

	16/18/21/0i/Power－Mate	
	T	M
M 功能代码：M00～M31	F10～F13	
T 功能代码：T00～T31	F26～F29	
S 功能代码：S00～S31	F22～F25	
复位：RST	F1. 1	
NC 准备好：MA	F1. 7	
伺服准备好：SA	F0. 6	
程序保护：KEY	F46. 3/4/5/6	
电池报警：BAL	F1. 2	
进给暂停中：SPL	F0. 4	
自动循环启动灯：STL	F0. 5	
手动进给倍率：＊JV0～＊JV15	F79，F80	
定向完成：ORARA	F45. 7	
回零点结束： ZPX，ZPY，ZPZ，ZP4 适用于 FANUC 0i 系统 ZP1，ZP2，ZP3，ZP4 适用于 FANUC 16i/18i/21i 系统	F94. 0. 1. 2. 3	

注：其他地址请参见附录。

3. 2　常用 PMC 功能指令

功能指令用以实现数控机床信息处理和动作控制的特殊要求，功能指令可以处理的控制包括译码、定时（机械部件运动状态或液压系统动作状态的延时确认）、计数（加工零件计数）、最短路径选择（使刀库沿最短路径旋转）、比较、检索、转移、代码转换、数据四则运算、信息显示等。

PMC 功能指令集见表 3-6。

表 3-6　PMC 功能指令表

编号	功能指令	指令号	处理内容	SA1	SA5/SB5～SB7
1	END1	SUB1	第 1 级程序结束	○	○
2	END2	SUB2	第 2 级程序结束	○	○
3	END3	SUB48	第 3 级程序结束	×	×
4	TMR	SUB3	定时器处理	○	○
5	TMRB	SUB24	固定定时器处理	○	○
6	TMRC	SUB54	追加定时器处理	○	○
7	DEC	SUB4	BCD 码译码处理	○	○
8	DECB	SUB25	二进制代码译码处理	○	○
9	CTR	SUB5	计数器处理	○	○
10	CTRB	SUB56	二进制代码环形计数器处理	×	○

（续）

编号	功能指令	指令号	处理内容	SA1	SA5/SB5 ~ SB7
11	CTRC	SUB55	追加计数器处理	○	○
12	ROT	SUB6	BCD 码回转控制	○	○
13	ROTB	SUB26	二进制代码回转控制	○	○
14	COD	SUB7	BCD 码转换	○	○
15	CODB	SUB27	二进制代码转换	○	○
16	MOVE	SUB8	逻辑与后数据传送	○	○
17	MOVOR	SUB28	逻辑或后数据传送	○	○
18	MOVB	SUB43	1B 数据传送	×	○
19	MOVW	SUB44	2B 数据传送	×	○
20	MOVN	SUB45	任意字节数据传送	×	○
21	COM	SUB9	公共线控制开始	○	○
22	COME	SUB29	公共线控制结束	○	○
23	JMP	SUB10	跳转	○	○
24	JMPE	SUB30	跳转结束	○	○
25	JMPB	SUB68	标号跳转 1	×	○
26	JMPC	SUB73	标号跳转 2	×	○
27	LBL	SUB69	标号	×	○
28	PARI	SUB11	奇偶校验	○	○
29	DCNV	SUB14	数据变换	○	○
30	DCNVB	SUB31	扩展数据变换	○	○
31	COMP	SUB15	BCD 码大小比较	○	○
32	COMPB	SUB32	二进制代码大小比较	○	○
33	COIN	SUB16	BCD 码一致判断	○	○
34	SFT	SUB33	移位寄存器	○	○
35	DSCH	SUB17	BCD 码数据检索	○	○
36	DSCHB	SUB34	二进制代码数据检索	○	○
37	XMOV	SUB18	BCD 码变址修改数据传送	○	○
38	XMOVB	SUB35	二进制代码变址修改数据传送	○	○
39	ADD	SUB19	BCD 码加法运算	○	○
40	ADDB	SUB36	二进制代码加法运算	○	○
41	SUB	SUB20	BCD 码减法运算	○	○
42	SUBB	SUB37	二进制代码减法运算	○	○
43	MUL	SUB21	BCD 码乘法运算	○	○
44	MULB	SUB38	二进制代码乘法运算	○	○
45	DIV	SUB22	BCD 码除法运算	○	○
46	DIVB	SUB39	二进制代码除法运算	○	○

（续）

编号	功能指令	指令号	处理内容	SA1	SA5/SB5～SB7
47	NUME	SUB23	BCD 码常数赋值	○	○
48	NUMEB	SUB40	二进制代码常数赋值	○	○
49	DISPB	SUB41	信息显示	○	○
50	EXIN	SUB42	外部数据输入	○	○
51	WINDR	SUB51	CNC 数据读取	○	○
52	WINDW	SUB52	CNC 数据写入	○	○
53	DIFU	SUB57	前沿检测	×	○
54	DIFD	SUB58	后沿检测	×	○
55	EOR	SUB59	异或	×	○
56	AND	SUB60	逻辑与	×	○
57	OR	SUB61	逻辑或	×	○
58	NOT	SUB62	逻辑非	×	○
59	END	SUB64	程序结束	×	○
60	CALL	SUB65	有条件子程序调出	×	○
61	CALLU	SUB66	无条件子程序调出	×	○
62	SP	SUB71	子程序开始	×	○
63	SPE	SUB72	子程序结束	×	○
64	AXCTL	SUB53	PMC 轴控制	○	○
65	NOP	SUB70	无操作	×	△

注：○：软件版本有此功能；×：软件版本无此功能；△：NB6 版本 PMC 适用。

3.2.1　功能指令 1：第 1 级程序结束 END1（SUB1）

1. 功能

作为第 1 级程序的结束信号。

2. 符号

如图 3-12 所示。

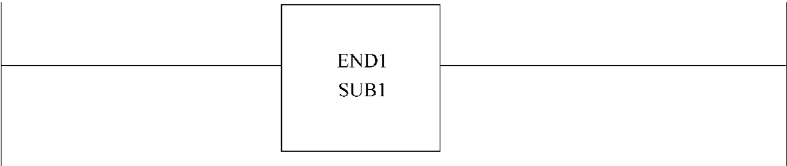


图 3-12　功能指令 END1 格式

3. 用法

在顺序程序中，该指令必须使用 1 次，该指令放在第 1 级程序的结束处或第 2 级程序的开头。

3.2.2　功能指令2：第2级程序结束 END2（SUB2）

1. 功能

作为第2级程序的结束信号。

2. 符号

如图3-13所示。

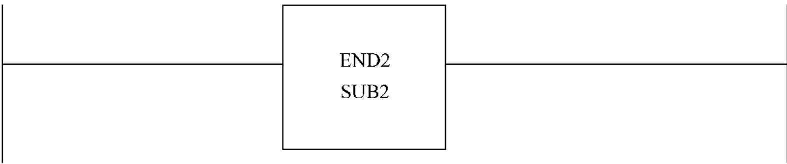


图3-13　功能指令 END2 格式

3. 用法

在顺序程序中，该指令必须使用1次，该指令放在第2级程序的结束处或第3级程序的开头。

3.2.3　功能指令3：第3级程序结束 END3（SUB48）

1. 功能

作为第3级程序的结束信号，此功能仅适用于 PMC－SC*n*/NB*n*/SB5 以上版本，不适用于 PMC－SA1 版本。

2. 符号

如图3-14所示。

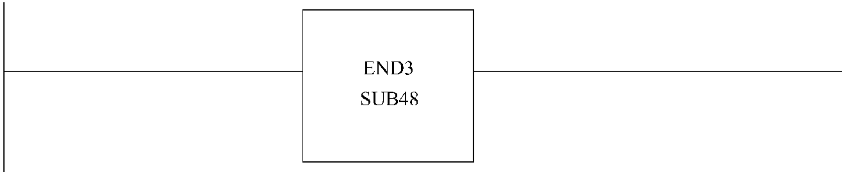


图3-14　功能指令 END3 格式

3. 用法

在顺序程序中，该指令必须使用1次，该指令放在第3级程序的结束处。

3.2.4　功能指令4：定时器处理 TMR（SUB3）

1. 功能

延时导通定时器。在 ACT＝1 时，设定的时间到达后，将输出信号置为1。

2. 符号

如图3-15所示。

3. 用法

ACT＝1 时执行 TMR，ACT＝0 时关断定时继电器（TM）。定时器的序号由定时器序号



图 3-15　功能指令 TMR 格式

（Timer No.）指定（延时时间在 PMC 参数中的定时继电器中设定）。定时器 TMR 指令运行的信号时序图如图 3-16 所示。

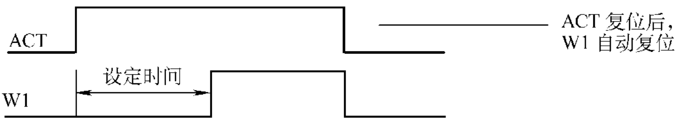


图 3-16　功能指令 TMR 时序图

4. 参数设定

1）对于配备 SA1 型 PMC 的 FANUC－0iA 系统，定时器序号：1～8，允许设定的延时时间为 48ms×n，n 为 PLC 程序的分割数；9～250，允许设定的延时时间为 8ms×n，n 为 PLC 程序的分割数。

2）对于配备 SB7 型 PMC 的 FANUC－0iC 系统，将延时时间按 ms 为单位直接写入定时器序号中，如延时 1s，由于参数数值的单位为 ms，故参数值设为 1000，但是由于数据是以 2 的 n 次方计算，所以输入的“1000”自动转换为“960”，约为 1s，如图 3-17 所示。

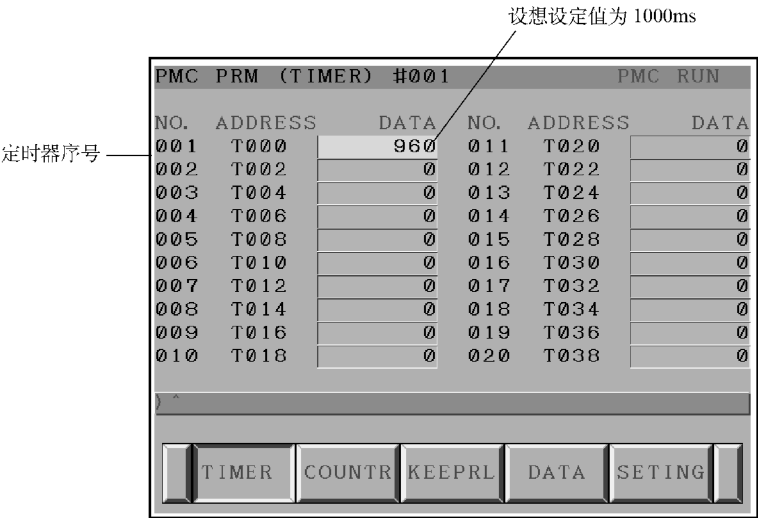


图 3-17　功能指令 TMR 延时参数设置

5. 应用 TMR 指令编程实例

下面给出编写利用外部开关控制系统显示相关报警信息的 PMC 程序。

已知：X0004.0 为主轴刀具夹紧信号，X0004.1 为主轴刀具松开信号，X0003.0 为主轴刀具夹紧/松开异常信号。

要求：出现刀具夹紧异常，延时 4s 显示相关报警信息。

分析：主轴刀具夹紧/松开是由一个液压缸进行控制的，如果液压缸动作不正常而影响主轴正常夹紧/松开时，如液压缸卡在中间，夹紧和松开的检测开关状态都为 0，这种故障状态持续超过 4s 后，A0001.0 置为 1，屏幕显示相应报警。

应用 TMR 指令的 PMC 程序如图 3-18 所示。

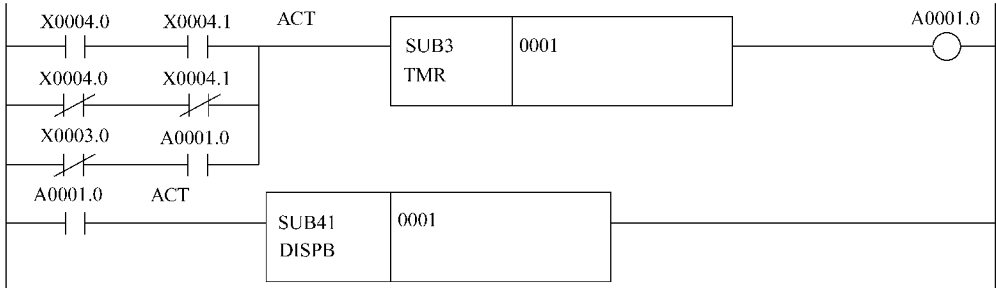


图 3-18　应用 TMR 指令的 PMC 程序

3.2.5　功能指令 5：固定定时器处理 TMRB（SUB24）

1. 功能

延时闭合定时器。

用作时间固定的延时闭合定时器，TMRB 的功能与上一个指令 TMR（SUB3）的工作过程完全相同，不同点仅仅是延时时间：

1）TMRB 设定时间是在编辑 PMC 程序时写在 FROM 中，因此延时参数一旦写入 FROM 中，就不能通过 PMC 参数修改。

2）而 TMR（SUB3）的延时时间设定是通过 PMC 时间参数 TIMER 设定的。

2. 符号

如图 3-19 所示。

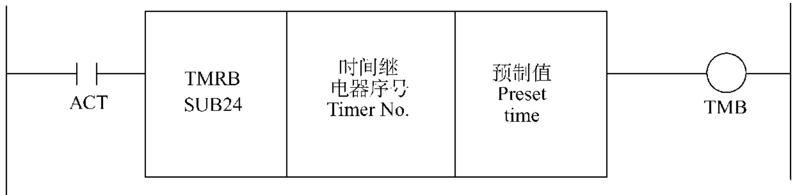


图 3-19　功能指令 TMRB 格式

3. 用法

ACT = 1 时执行 TMRB，ACT = 0 时关断定时器继电器（TMRB）。定时器序号由 Timer No. 指定。定时器 TMRB 指令运行的信号时序图可参考图 3-16。

4. 参数设定

1）时间继电器序号为 1 ~ 100，对于 PMC SB – 7 为 1 ~ 500。

2）延时时间以 ms 为单位输入。

5. 应用 TMRB 指令编程实例

如前文所述，编写程序，当换刀指令执行过程中出现故障时，显示相关报警的 PMC 程序。参照图 3-18 所示程序，应用 TMRB 指令编程的 PMC 程序如图 3-20 所示。

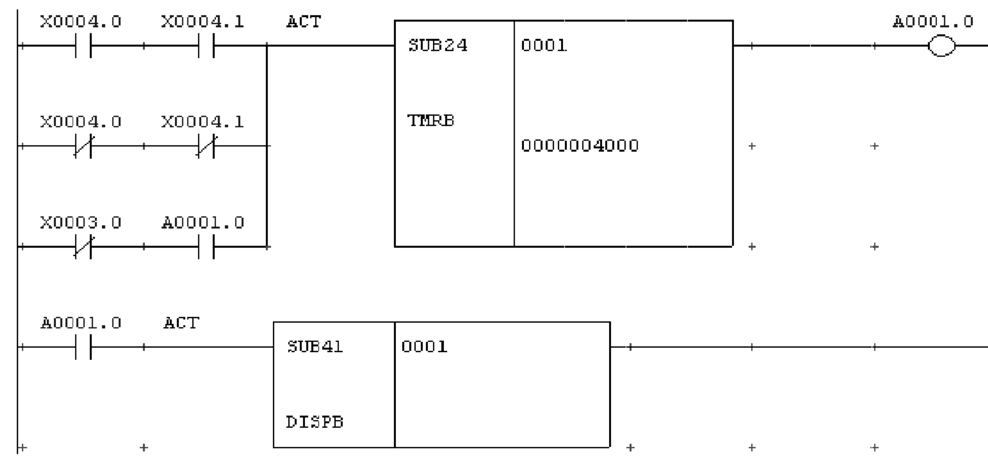


图 3-20　应用 TMRB 指令的 PMC 程序

3.2.6　功能指令 6：追加定时器处理 TMRC（SUB54）

1. 功能

定时器的设定时间可以在任意地址设定，地址的选择决定定时器为可变时间定时器还是固定定时器。在指定的存储范围内，定时器的数量没有限制。

2. 符号

如图 3-21 所示。



图 3-21　功能指令 TMRC 格式

3. 用法

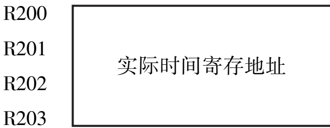
（1）定时继电器地址　设定定时继电器区域的首地址（后面 2 个字节），一般采用 D 地址作为时间地址。这个地址内实际存放着所设定的“延时时间”，如下：



定时继电器设定时间以 8ms 为单位转换成二进制数值，设定精度请参照表 3-7。

（2）定时继电器寄存地址　设定定时继电器寄存器区域的首地址（后面 2 个字节），定时器寄存区域应分配在自设定地址的连续 4 个字节，一般采用 R 地址作为定时继电器寄存区域，此区域确定以后将被 PMC 控制程序使用，PMC 应用程序将不能再使用此区域地址。

寄存器中的数值实际上是延时导通指令激活信号 ACT 作用后，开始计时的实际时间值，请参照图 3-22 所示实例。



4. 参数设定

定时继电器参数见表 3-7。

表 3-7　定时继电器参数表

定时继电器精度	设定数	设定时间范围	误差范围
8ms	0	8ms ~ 262.1s	0 ~ 第 1 级程序扫描周期
48ms	1	48ms ~ 26.2min	
1s	2	1s ~ 546min	
10s	3	10s ~ 91h	
1min	4	1min ~ 546h	0 ~ 1s
1ms	5	1ms ~ 32.7s	0 ~ 第 1 级程序扫描周期
10ms	6	10ms ~ 327.7s	
100ms	7	100ms ~ 54.6min	

5. 应用 TMRC 指令编程实例

设定精度 = 0（8ms）。设定时间地址 D0200 = 500，等同于设定时间 = 500 × 8ms = 4000ms = 4.0s。时间寄存首地址 R0200 ~ R0203（4 个字节）。当 X0014.4 接通时 R0200 开始计数，0→4000。当 R0200 = 4.000 时，Y0054.4 接通。

PMC 程序如图 3-22 所示。

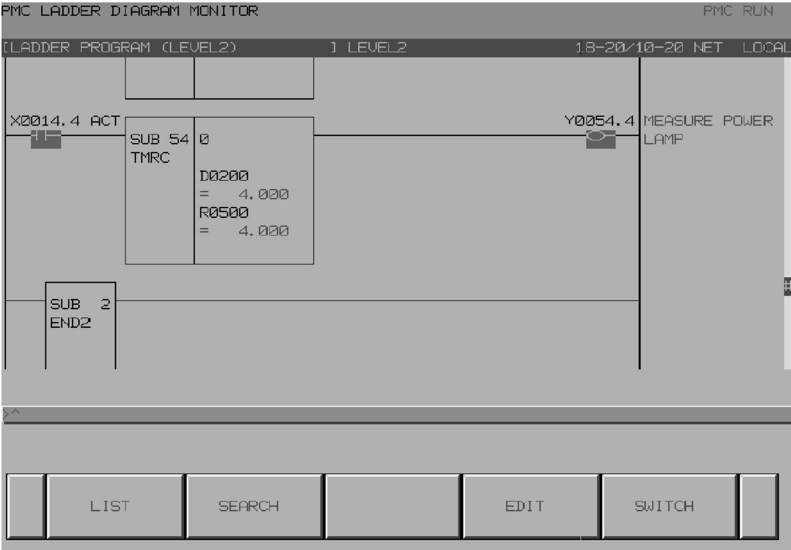


图 3-22　TMRC 指令程序实例

FANUC PMC 3 种延时导通定时器的差别在于：

1）TMR（SUB3）的延时时间是通过 PMC 时间参数 TIMER 设定的。

2）TMRB（SUB24）的延时时间设定是在编辑 PMC 程序时写在 FROM 中的。

3）TMRC（SUB54）的延时时间是通过地址变量保存的，而且实际定时时间也是在所设定变量中（一般采用 4 个字节的 R 变量）累积定时的（参见图 3-22 中的 R0500）。

4）TMR（SUB3）和 TMRB（SUB24）的实际定时可以不通过变量，在缓存中累积定时。

3.2.7 功能指令 7：BCD 码译码处理 DEC（SUB4）

1. 功能

BCD 码译码指令。

当译码信号的 BCD 码与指令的数据相同时，输出继电器为 1。

2. 符号

如图 3-23 所示。

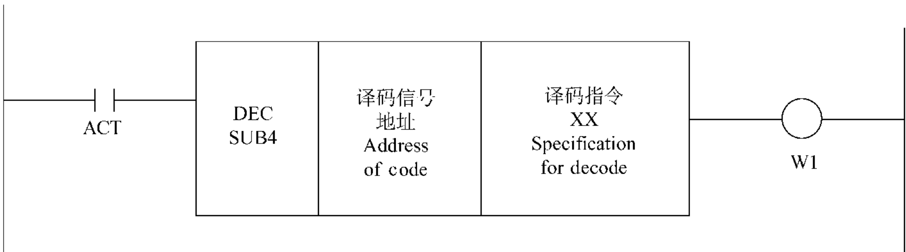


图 3-23 功能指令 DEC 格式

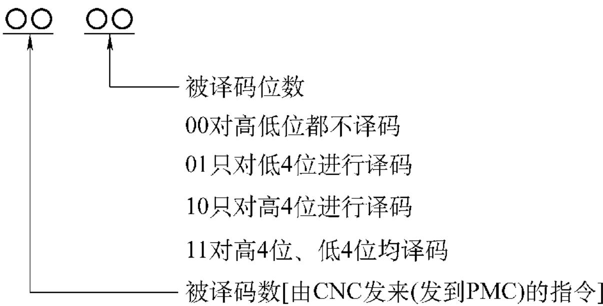
3. 用法

ACT = 1 时执行译码，ACT = 0 时不执行译码。

4. 参数设定

1）译码信号地址：即 CNC 输出到 PMC 的相应地址。如译 M 代码时 CNC 输出到 PMC 的相应地址是 F151）。

2）译码指令：由被译码数和被译码位数组成。



3）当译码信号地址中的数据等于被译码数时，W1 置 1。

例如：M30 代码译码

对于 PMC－L/M 版本，M 代码的译码信号地址是 F151，译码数＝30、译码的位＝11（高 4 位、低 4 位均译码），见表 3-8。

表 3-8　F151 指令对应的 BCD 码输出

F151	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
BCD 码	0	0	1	1	0	0	0	0
	3				0			

5. 应用 DEC 指令编程实例（见图 3-24）

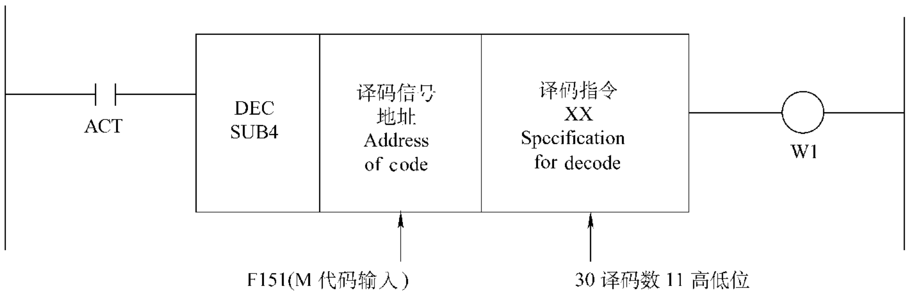


图 3-24　DEC 指令编程实例

译码指令：被译码数＝30，被译码位数＝11。

译码指令执行结果如图 3-25 所示。

F151	M28	M24	M22	M21	M18	M14	M12	M11
M30	0	0	1	1	0	0	0	0

图 3-25　DEC 指令程序实例 M30 译码结果

3.2.8　功能指令 8：二进制代码译码处理 DECB（SUB25）

1. 功能

可对 1、2、4 个字节的二进制代码译码，当指定的 8 位数据之一与被译码的代码数据相同时，输出为 1，一般用于 M 或 T 代码译码。

2. 符号

如图 3-26 所示。

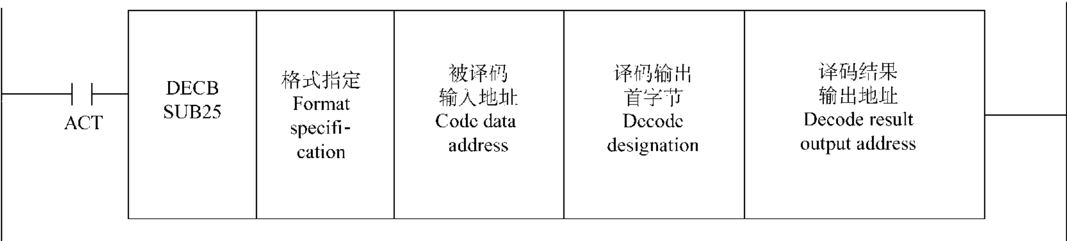


图 3-26　功能指令 DECB 格式

3. 用法

ACT=1 时执行译码，ACT=0 时不执行译码。

4. 参数设定

1）格式指定 0001 为 1 个字节长二进制代码译码，0002 为 2 个字节长二进制代码译码，0004 为 4 个字节长二进制代码译码。

2）“被译码输入地址”是指从 CNC 来的指令代码，作为 PMC－SB7 版本（FANUC 0i－C），M 代码地址是 F0010～F0013，T 代码地址是 F0026～F0029，被译码的数据长度可以是 1 个字节、2 个字节和 4 个字节。

以 M 代码为例，当在 MDI 方式输入 M03 按循环启动键后，此代码要送到 CNC 特定的 F 地址中进行译码。0i 系统中 M 代码的译码地址为 F0010～F0013。

M 代码所对应的 F 信号地址见表 3-9。

表 3-9　M 代码对应的 F 信号地址

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
F0010	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
F0011	2^{15}	2^{14}	2^{13}	2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8
F0012	2^{23}	2^{22}	2^{21}	2^{20}	2^{19}	2^{18}	2^{17}	2^{16}
F0013	2^{31}	2^{30}	2^{29}	2^{28}	2^{27}	2^{26}	2^{25}	2^{24}

3）译码输出首字节：使用一个 DECB 指令时，一次可以输出 8 个代码（如 M 代码）。

所谓“首字节”是指译码输出的首个字节，如被译码地址为 F0010，首字节为 8，说明对 M 代码译码，从 M8 开始译码输出，连续译码输出 8 个 M 代码，即 M8～M15。

4）译码结果输出地址：根据译码的结果，使其译码结果输出到指定的地址，并相应的输出位置 1。

例如：译码 M03 代码，译码输出地址为 R0200。则执行循环启动时，M03 会在 F0010 中进行译码，然后使 R0200 中的第 3 位置 1。

译码后，M03 代码在 F0010 中的状态见表 3-10。

表 3-10　M03 代码对应的 F0010 中的状态

F0010	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
数据	0	0	0	0	0	0	1	1

DECB 指令执行 M03 译码实例如图 3-27 所示。

由于 M03 在 F0010 中的状态数据，使 R0200 的第 3 位 R0200.3 置 1，二进制为 $2^3=8$。译码结果输出到 R0200 见表 3-11。

表 3-11　译码结果输出到 R0200（第 3 位为 1，即 $2^3=8$）

R0200.7	R0200.6	R0200.5	R0200.4	R0200.3	R0200.2	R0200.1	R0200.0
0	0	0	0	1	0	0	0

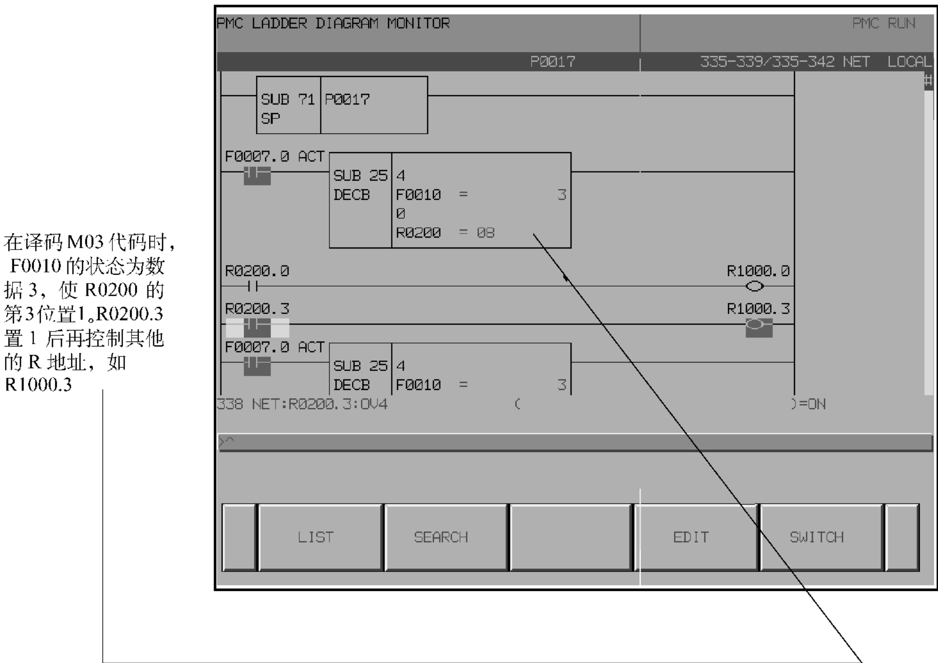


图 3-27　DECB 指令执行 M03 译码实例

3.2.9　功能指令 9：计数器处理 CTR（SUB5）

1. 功能

进行加/减计数，当计数器的值到达设定值时，W1 输出为 1。其为环形计数器，所谓环形计数器类似钟表的环形进位（钟表的进位可以看做将环形溢出值设为 12），设定值即为环形计数器的溢出值。

2. 符号

如图 3-28 所示。

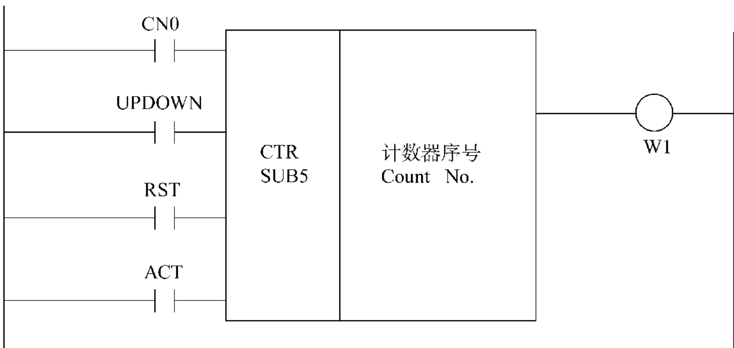


图 3-28　功能指令 CTR 格式

3. 参数设定

CN0：指定初始值，允许设定值为 0，1，2，3，…，n。CN0 = 0 时计数器从 0 开始计

数，CN0 = 1 时计数器从 1 开始计数。

UPDOWN：上升型或下降型计数器。UPDOWN = 0 时计数器为加计数器，UPDOWN = 1 时计数器为减计数器。

RST：复位信号。RST = 0 时不执行复位，RST = 1 时执行复位。

ACT：计数触发信号。ACT = 0 时不执行计数操作，ACT = 1 时计数。

CTR 指令的触发信号如图 3-29 所示。

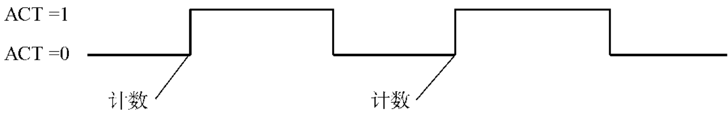


图 3-29　CTR 指令的触发信号

计数器控制地址从 C000 起，循环计数器的“容量”或“长度”值在 PMC 计数器参数中设定，如图 3-30 所示。

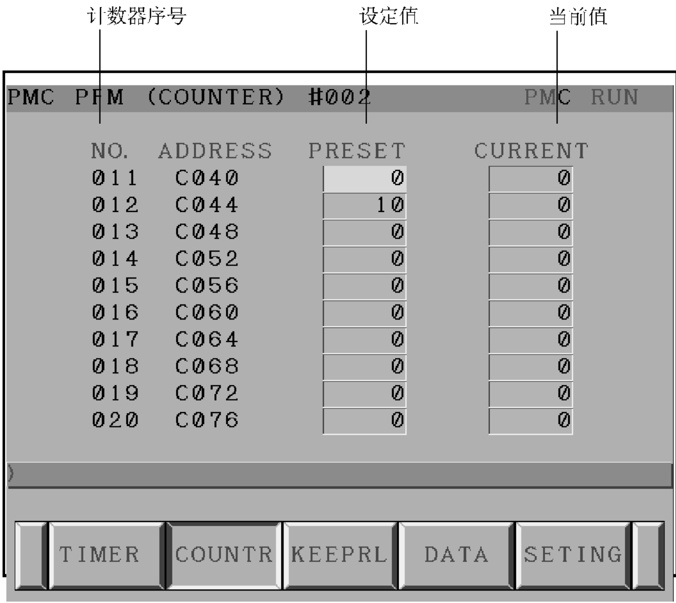


图 3-30　计数器溢出参数设定界面

例如：利用 SUB5 计数功能，编辑机床“快速”按钮选通。X0061.1 为机床操作面板上“快速”按钮，SUB5 计数值设在 C 参数的 0001 号中，设定值为 1。当操作者按下“快速”按钮后，计数器计数值 = 设定值（1），R0051.0 导通，如图 3-31 所示，最后激活 G0019.7“快速”有效，即 PMC 通知 CNC 进入“快速”状态。

如果操作者再按一次“快速”按钮，由于此时的计数值（2）超过设定值（1），R0051.0 断开（复位为 0），“快速”无效，机床操作面板上的快速 LED 灭，G0019.7 断开，系统不再处于“快速”运行状态。

功能指令 CTR 程序如图 3-31 所示。

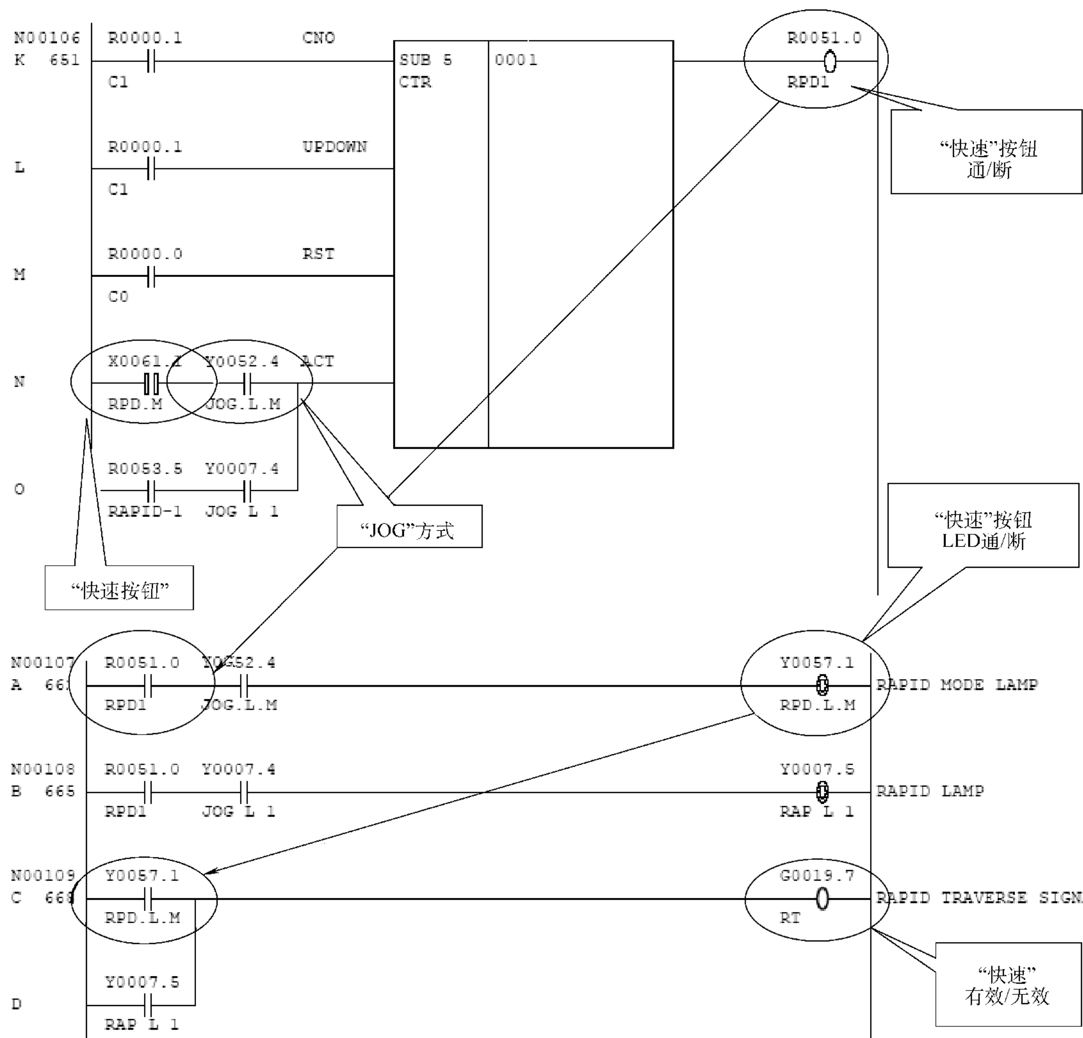


图 3-31　功能指令 CTR 程序实例

如图 3-31 所示，1 号计数器容量（预置值）为 1，所以每出现一次触发信号（按下一次 X0061.1“快速”按钮），系统计数一次，接通或断开“快速”方式。

3.2.10　功能指令 10：二进制代码环形计数器处理 CTRB（SUB56）

1. 功能

进行加/减计数，当计数器的值达到设定值时，W1 输出为 1。

2. 符号

如图 3-32 所示。

3. 用法

功能指令 CTRB 仅适用于 PMC－SB5/6/7 以上版本，不适用于 PMC－SA1。当计数器中的预制值＝实际值时，输出信号 W1＝1。计数器容量通过预制值设定（在编辑 PMC 程序时

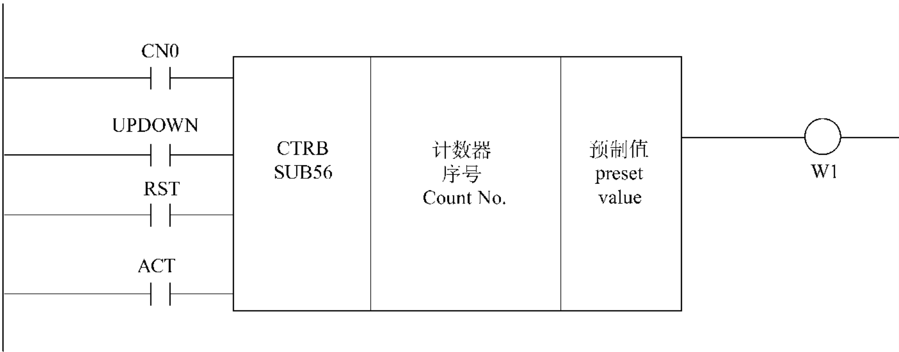


图 3-32　功能指令 CTRB 格式

“写在” FROM 存储器中，通过 PMC 参数无法修改），而 SUB5 – CTR 指令通过在相应的计数器参数中设定预制值。

4. 参数设定

CN0：指定初始值，允许设定值为 0，1，2，3，…，n。CN0 = 0 时计数器从 0 开始计数，CN0 = 1 时计数器从 1 开始计数。

UPDOWN：上升型或下降型计数器。UPDOWN = 0 时计数器为加计数器，UPDOWN = 1 时计数器为减计数器。

RST：复位信号。RST = 0 时不执行复位，RST = 1 时执行复位。

ACT：计数触发信号。ACT = 0 时不执行计数操作，ACT = 1 时计数。

CTRB 指令的触发信号与 CTR 相同，如图 3-29 所示。

例如：某零件计数器，如图 3-33 所示，当每完成一个加工程序，系统会执行一个 M030，M030 和 D1000.0 中设定的周期函数作为 ACT（激活条件），SUB56 中的溢出值写在程序块中（等于 0000065535，参见图 3-33 中数据），也就是说当加工程序累计执行了 65535 次后（遇到如数多的 M030 后），将 E0003.0 导通。E0003.0 是外部继电器，可保持，和 R 地址的使用相同。E0003.0 的激活可以控制某一个动作的执行，某些机床厂用加工零件累计的方法计算质保期的大致到来，并可以互锁机床某项功能。

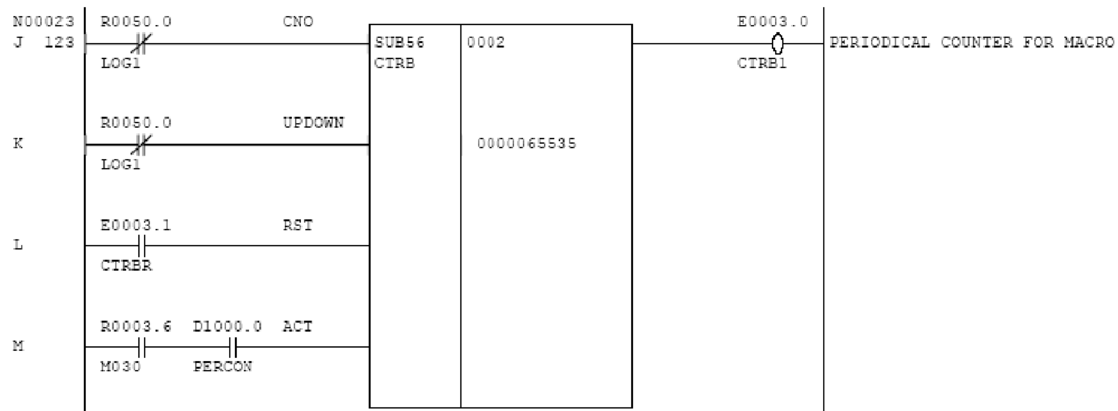


图 3-33　功能指令 CTRB 用作程序计数

3.2.11　功能指令 11：追加计数器处理 CTRC（SUB55）

1. 功能

进行加/减计数，当计数器的实际计数值到达设定值时，W1 输出为 1。

2. 符号

如图 3-34 所示。

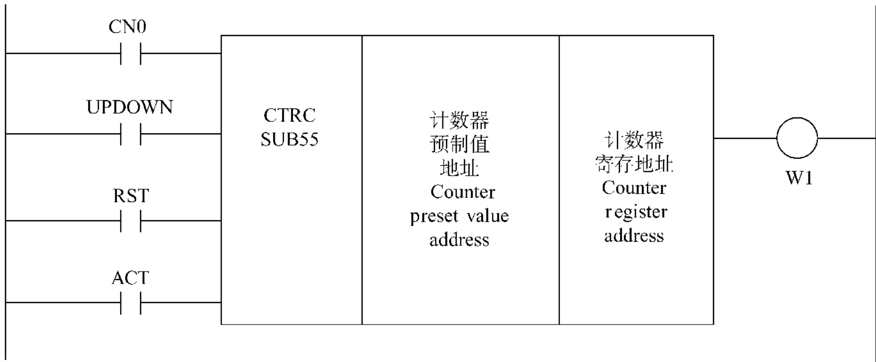


图 3-34　功能指令 CTRC 格式

3. 用法

计数器预制值占用 2B 的存储空间。

（1）计数器预置值地址　计数器预置区域的首地址（后面 2 个字节），一般采用 D 地址作为时间地址。这个地址内实际存放着所设定的“计数器容量”，如下：

D200	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
D201	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0

设定的计数值存在 2 个字节的指定地址中，并以二进制数值的形式存在。

（2）计数器寄存地址　计数器寄存器区域的首地址（后面 4 个字节），计数寄存区域应分配在自设定地址的连续 4 个字节，此区域确定以后将被 PMC 控制程序使用，PMC 应用程序将不能再使用此区域地址，寄存器中的数值实际上是 ACT 指令激活信号 ACT 作用后的实际计数值，如下：

D400	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
D401	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
D402	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
D403	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0

当预制寄存器中的数值等于实际寄存器中的数值时，输出信号。

4. 参数设定

CN0：指定初始值，允许设定值为 0，1，2，3，…，n。CN0 = 0 时计数器从 0 开始计数，CN0 = 1 时计数器从 1 开始计数。

UPDOWN：上升型或下降型计数器。UPDOWN = 0 时计数器为加计数器，UPDOWN = 1 时计数器为减计数器。

RST：复位信号。RST = 0 时不执行复位，RST = 1 时执行复位。

ACT：计数触发信号。ACT = 0 时不执行计数操作，ACT = 1 时计数。

CTRC 指令的触发信号与 CTR 相同，如图 3-29 所示。

例如：用 CTRC 指令编制的 PMC 程序如图 3-35 所示。

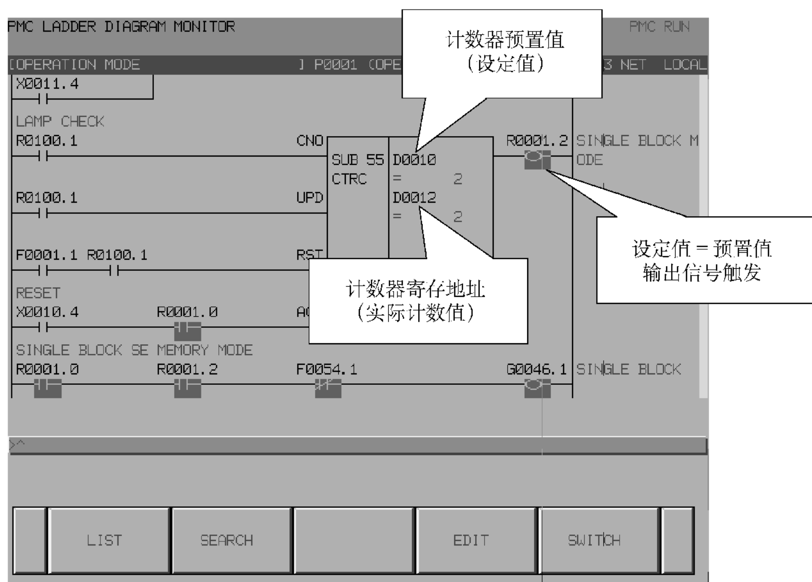


图 3-35　功能指令 CTRC 程序实例

3.2.12　功能指令 12：BCD 码回转控制 ROT（SUB6）

1. 功能

1）选择近路方向；

2）计算当前与目标位置的步数；

3）计算目标位置的前一位置步数。

刀塔在旋转时，现在位置与目标位置实时比较（每个 PMC 扫描周期都能够进行比较，从而保证了实际换刀中，每转一个刀位都能进行实时比较），并随时输出计算结果（现在位置—目标位置），输出结果存放在“计算结果输出地址中（一般是 R 地址）”。并判断刀塔正转或反转，正转时 W1 = 0，反转时 W1 = 1，应用工程师可以采用这个信号进行刀库运转控制。

2. 符号

如图 3-36 所示。

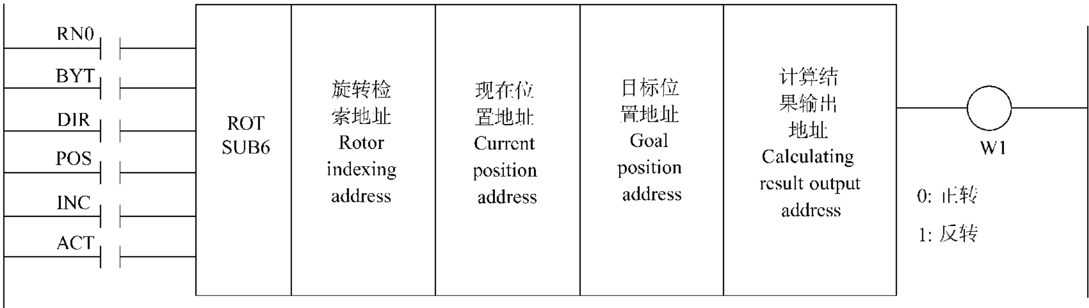


图 3-36　功能指令 ROT 格式

3. 用法

1）旋转检索地址：一般可指刀库容量。可直接用数字给出刀库容量值，也可将刀库容量值存在 R、C、D 地址中。

2）当前位置地址：存放刀具（在刀库）现在位置的地址。

3）目标位置地址：存放希望达到的目标位置（T 代码指定的刀号）的地址。

4）计算结果输出：目标位置到当前位置的步数，用 R 地址存放结果输出数据。

5）根据计算结果输出自动输出 W1 =0（刀塔正转）或 W1 =1（刀塔反转）。

4. 参数设定

RN0 指定转台的起始位置：RN0 =0 时转台位置从 0 开始计数，RN0 =1 时转台位置从 1 开始计数。

BYT 指定要处理数据的位数：BYT =0 时被处理数据为 2 位 BCD 码，BYT =1 时被处理数据为 4 位 BCD 码。

DIR 指定是否以短路径原则选择旋转方向：DIR =0 时不选择短路径，旋转方向始终为正向，DIR =1 时选择短路径方向为旋转方向。

POS 指定操作条件：POS =0 时计数目标位置，POS =1 时计数目标位置前一位置。

INC 指定位置数或步数：INC =0 时计数位置数，INC =1 时计数步数。

如果要计算目标位置的前一位置，设定 INC =0、POS =1；如果要计算当前位置与目标位置之间的差距，设定 INC =1、POS =0。

ACT 指令执行触发信号：ACT =0 时不执行 ROT 指令，ACT =1 时执行 ROT 指令。

W1 输出条件：由 W1 的不同状态使回转体正转或反转。即 W1 =0（处于复位状态）时输出（刀塔）正转指令，W1 =1 时输出（刀塔）反转指令。

例如：数控车床转塔具有 12 个刀位，刀具号从 1 开始计数，编写程序控制转塔以短路径原则旋转。

转塔旋转控制信号包括：R0000.1：常 1 信号；R0000.0：常 0 信号；Y0000.4：Y0000.4 =1 时，转塔电动机正转；Y0000.5：Y0000.5 =1 时，转塔电动机反转；X0001.0：

转塔电动机过热检测传感器信号；R0100：当前刀具号存储器地址；R0102：目标刀具号存储区地址；R0121.6：刀塔旋转信号，R0121.6 = 1 时刀塔正转，R0121.6 = 0 时刀塔反转，如图 3-37 所示。

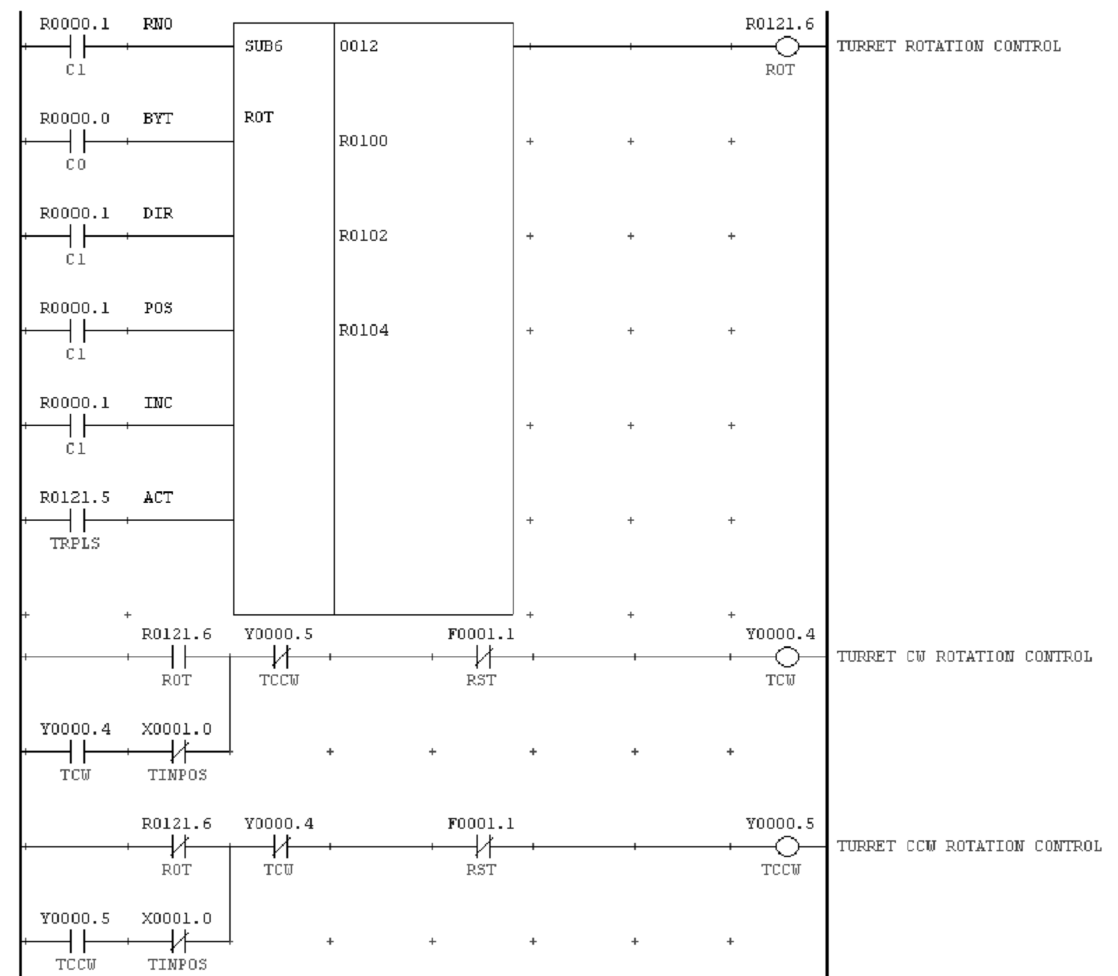


图 3-37　功能指令 ROT 程序实例

3.2.13　功能指令 13：二进制代码回转控制 ROTB（SUB26）

1. 功能

1）选择近路方向；

2）计算当前与目标位置的步数；

3）计算目标位置的前一位置步数。

其功能同 ROT 指令（SUB6），刀库在旋转时，现在位置与目标位置实时比较（每个 PMC 扫描周期都能够进行比较，从而保证了实际换刀中每转一个刀位都能进行实时比较），并随时输出计算结果（现在位置 - 目标位置），输出结果存放在“计算结果输出地址中（一般是 R 地址）”。其与 SUB6 的区别是，SUB6 存储地址的中间继电器中的数据是 BCD 码，而

SUB26 存储地址的中间继电器中的数据是二进制代码。

2. 符号

如图 3-38 所示。

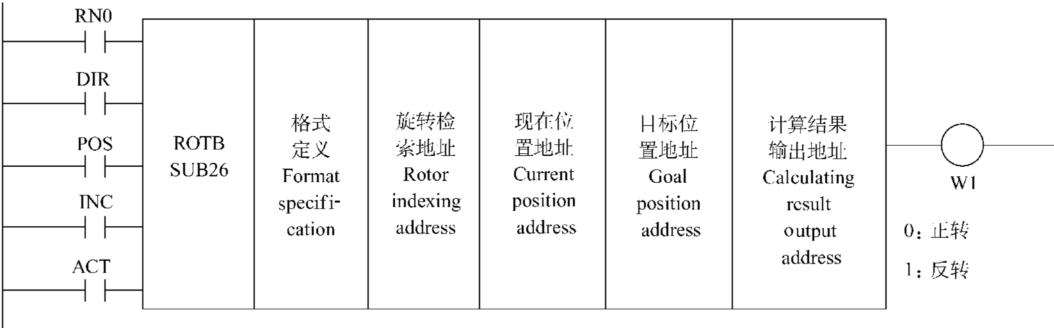


图 3-38　功能指令 ROTB 格式

3. 用法

1）格式定义：1/2/4→1B/2B/4B。

旋转检索地址：可指刀库容量，可存在 R、C、D 地址中。

2）现在位置：刀具（在刀库）现在位置。

3）目标位置：距离（换刀）目标距离。

4）计算结果输出：目标位置 – 现在位置。

5）根据计算结果自动输出 W1 = 0（刀塔正转）或 W1 = 1（刀塔反转）。

4. 参数设定

RN0 指定转台的起始位置：RN0 = 0 时转台位置从 0 开始计数，RN0 = 1 时转台位置从 1 开始计数。

DIR 指定是否以短路径原则选择旋转方向：DIR = 0 时不选择短路径，旋转方向始终为正向，DIR = 1 时选择短路径方向（与 W1 输出一致）。

POS 指定操作条件：POS = 0 时计数目标位置，POS = 1 时计数目标位置前一位置。

INC 指定位置数或步数：INC = 0 时目标位置，INC = 1 时运行步数。

如果要计算目标位置的前一位置，设定 INC = 0、POS = 1；如果要计算当前位置与目标位置之间的差距，设定 INC = 1、POS = 0。

ACT 指令执行触发信号：ACT = 0 时不执行 ROTB 指令，ACT = 1 时执行 ROTB 指令。

例如：如图 3-39 所示实例。

刀库容量为 25 把刀，存储在 C0040 单元中；当前刀具号为 2，存储在 D0402 单元中；目标刀具号为 11（将要交换的刀具），当前位置与目标位置相差 9 个刀位，该信息存储在 D0403 单元。只要 D0403 不为 0，R0522.3 就保持为 1，转塔转动。

3.2.14　功能指令 14：BCD 码转换 COD（SUB7）

1. 功能

将一组 BCD 码转换成另一组任意的 2B/4B 的 BCD 码。

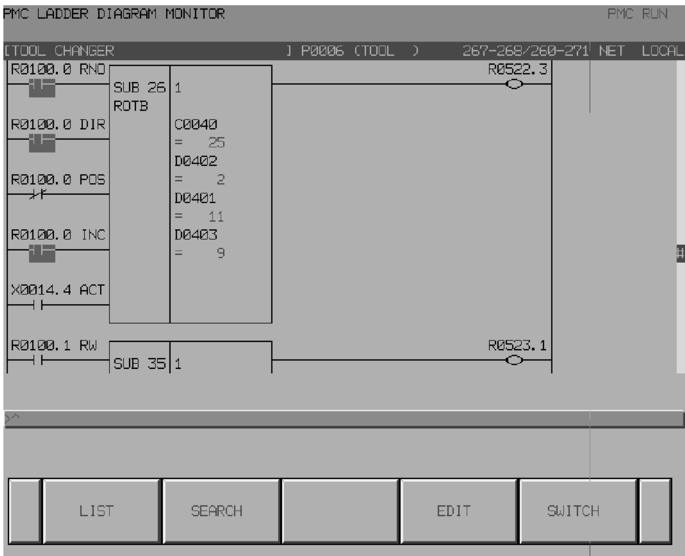


图 3-39　功能指令 ROTB 程序实例

2. 符号

如图 3-40 所示。

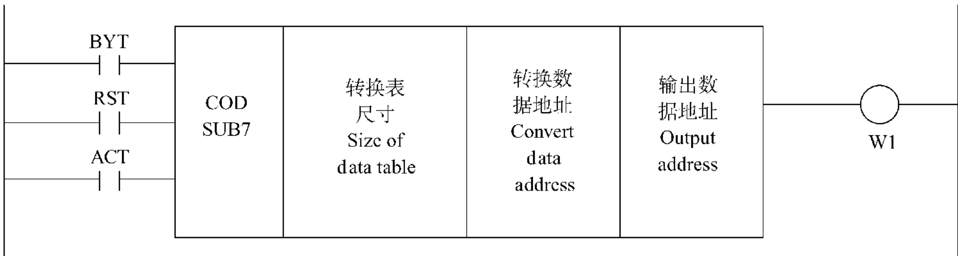


图 3-40　功能指令 COD 格式

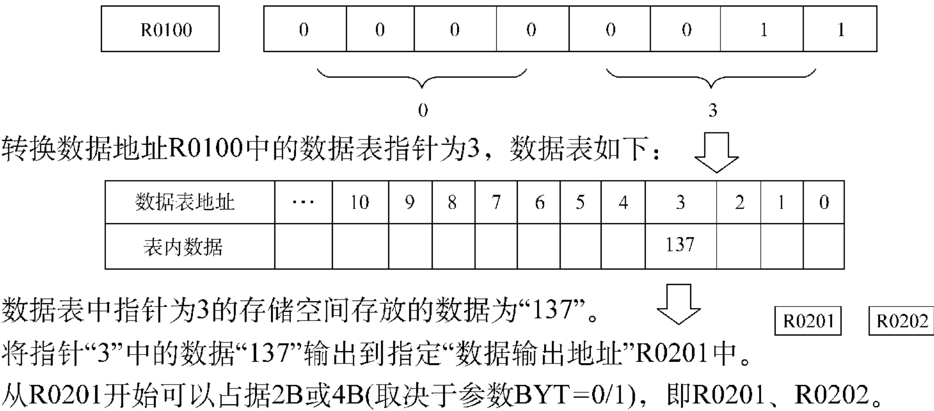
3. 用法

在指令中的“转换数据地址”中以两位 BCD 码形式指定一个表内地址，根据该地址从转换表中取出转换数据，再按照指令中的“输出数据地址”将表内指定地址中存储的信息存入该地址。

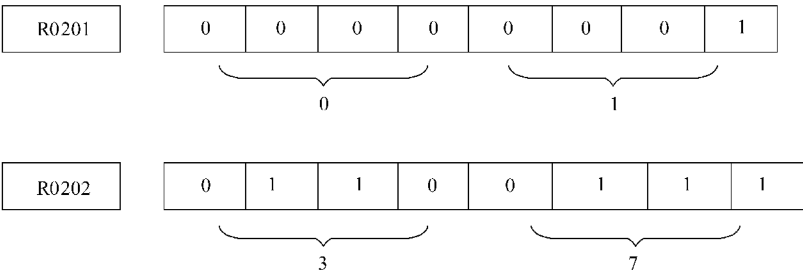
实际上就是将两个 BCD 码进行转换，即将两位 BCD 码从一个存储器中转换输出到另一个存储器中。

例如：R0100（数据转换地址）中的数值经二—十进制转换后为 3，表明地址指针指向数据表地址为 3 的存储空间，并将这个存储空间中的数据 137 输出到从 R0201 开始的地址中。

在使用 SUB7 的时候，会自动弹出一个空数据表，可以根据实际需要填写数据。



数据表地址	…	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
表内数据									137			



功能指令 COD 的执行过程如图 3-41 所示。

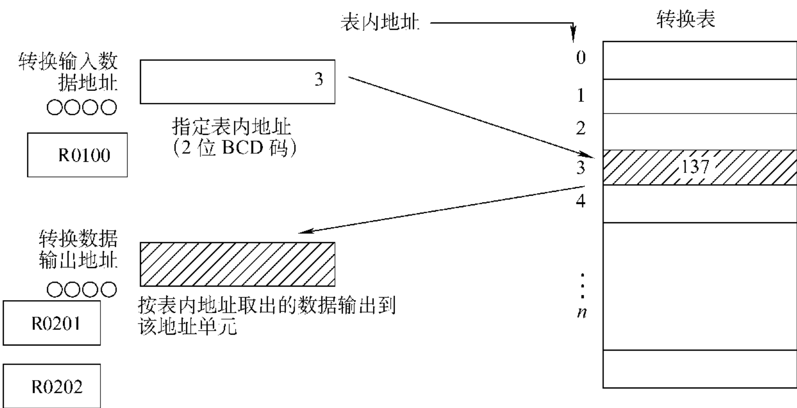


图 3-41　功能指令 COD 的执行过程

4. 参数设定

BYT 指定数据形式：BYT = 0 时转换表内数据均为 2 位 BCD 码，BYT = 1 时转换表内数据为 4 位 BCD 码。

RST 指定复位信号：RST = 0 时不执行复位操作，RST = 1 时执行复位操作，输出信号 W1 = 0。

ACT 指令执行触发信号：ACT = 0 时执行 COD 指令，ACT = 1 时不执行 COD 指令。

例如：主轴倍率旋转开关译码（FANUC 0TD/0MD，PMC－L），主轴倍率旋钮的档位一般为 50%～120%，各档位的编码见表 3-12。主轴倍率旋钮译码 PMC 程序如图 3-42 所示。

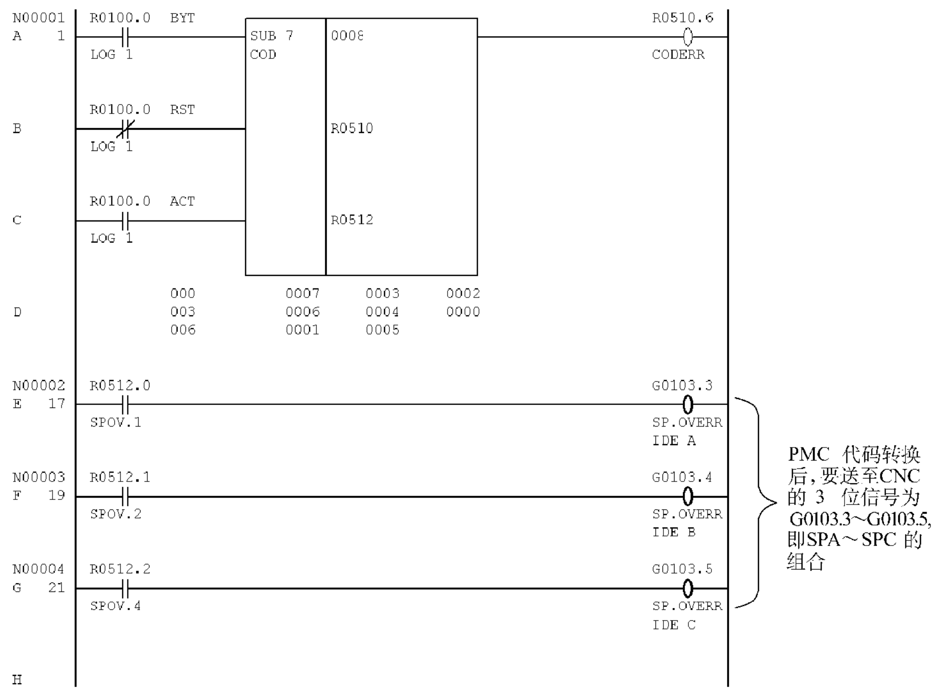


图 3-42　功能指令 COD 程序实例

表 3-12　FANUC 0TD/0MD，PMC－L 主轴倍率旋钮档位编码表

表内编号（R0512）	主轴倍率	SPC	SPB	SPA	表内数据（G0103）
0	50%	1	1	1	7
1	60%	0	1	1	3
2	70%	0	1	0	2
3	80%	1	1	0	6
4	90%	1	0	0	4
5	100%	0	0	0	0
6	110%	0	0	1	1
7	120%	1	0	1	5

FANUC 0TD/0MD，PMC－L 主轴倍率控制 SUB7 代码转换见表 3-13。

表 3-13　FANUC 0TD/0MD，PMC－L 主轴倍率控制 SUB7 代码转换表

主轴倍率开关控制（FANUC 0TD/0MD，PMC－L BCD 代码转换）								
主轴倍率	50%	60%	70%	80%	90%	100%	110%	120%
R0512	⟶							
表内编号	0	1	2	3	4	5	6	7
G0103	⟵							
表内数据	7	3	2	6	4	0	1	5

3.2.15　功能指令 15：二进制代码转换 CODB（SUB27）

1. 功能

用 2 位的二进制代码指定变换数据表内的号，将与输入的表内号对应的 1B、2B、4B 的数值输出（与 SUB7 功能基本相同，SUB7 处理的是 BCD 码，而 SUB27 处理的是二进制代码）。

2. 符号

如图 3-43 所示。

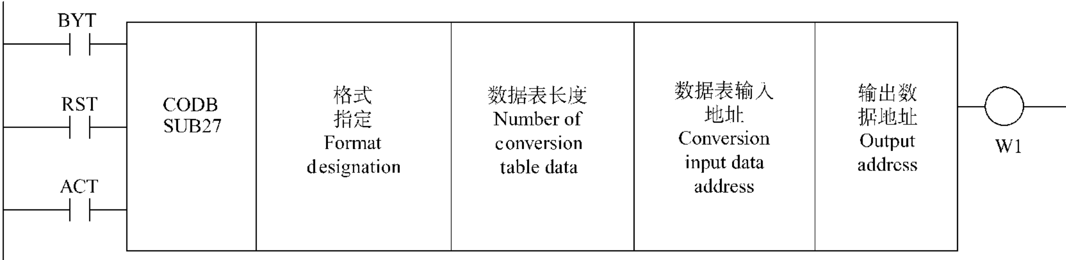


图 3-43　功能指令 CODB 格式

3. 参数设定

1）格式指定：可以设 1、2 和 4，代表使用的字节数。如为 1 时，占用 1B，可往转换表中输入的数值为 -128 ~ 127。2 为占用 2B。使用的字节数越多所能输出的数值越大。

2）数据表长度：输出对应个数的多少。

3）数据表输入地址：与 SUB7 中讲到的转换数据地址一样。

4）数据表输出地址：译码后的输出地址。

RST：用于复位错误输出 W1（当转换数据出错时，W1 地址接通）。

ACT：ACT = 0 时不执行代码转换功能指令，ACT = 1 时执行代码转换功能指令。

4. 用法

SUB27 功能模块主要应用于进给倍率（手动、自动、MDI 和回零）和主轴倍率的调整。

例如：进给倍率旋转开关译码，FANUC 进给倍率控制流程如图 3-44 所示。

进给倍率控制实例如图 3-45 所示，其中由开关 X0100.0 ~ X0100.3 来使 R1200 组成不同的状态数后使 G0010 和 G0011 输出一个特定的数值。G0010 和 G0011 是用来控制手动进给倍率的，G0010 和 G0011 输出的数值即为当前的手动进给倍率。

根据图 3-44 及图 3-45 进给控制流程要求，编辑 SUB27 转换表见表 3-14。

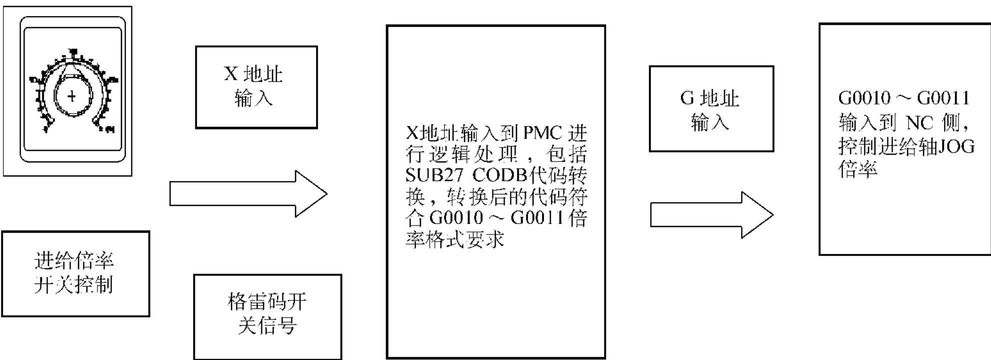


图 3-44　进给倍率控制流程

表 3-14　进给倍率控制指令 SUB27 代码转换表（适用于 FANUC 0i 系列 SA1 版本以上）

进给倍率开关控制（FANUC 0i 系列 SB7 二进制代码转换）																
进给倍率%	150	140	130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
数据表长	16位															
输入地址	R1200															
表内编号	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
表内数据	150	140	130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
输出地址	G0011								G0010							
G0010	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
信号输出	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0
二进制值											2^5	2^4			2^1	
计算值											32	16			2	
Σ 值	0								50							

参照图 3-45，当 X0100.0 和 X0100.2 接通时，R1200 = 00000101，此档进给倍率为 50%。

R1200 如下：

7	6	5	4	3	2	1	0	数组
0	0	0	0	0	1	0	1	=5

R1200 为输入数据地址，所以 G0010 和 G0011 要输出数值 50（二进制），即当前的手动进给倍率为 50%。

G10 有如下组合：

G0010.7	G0010.6	G0010.5	G0010.4	G0010.3	G0010.2	G0010.1	G0010.0	
0	0	1(2^5)	1(2^4)	0	0	1(2^1)	0	=50

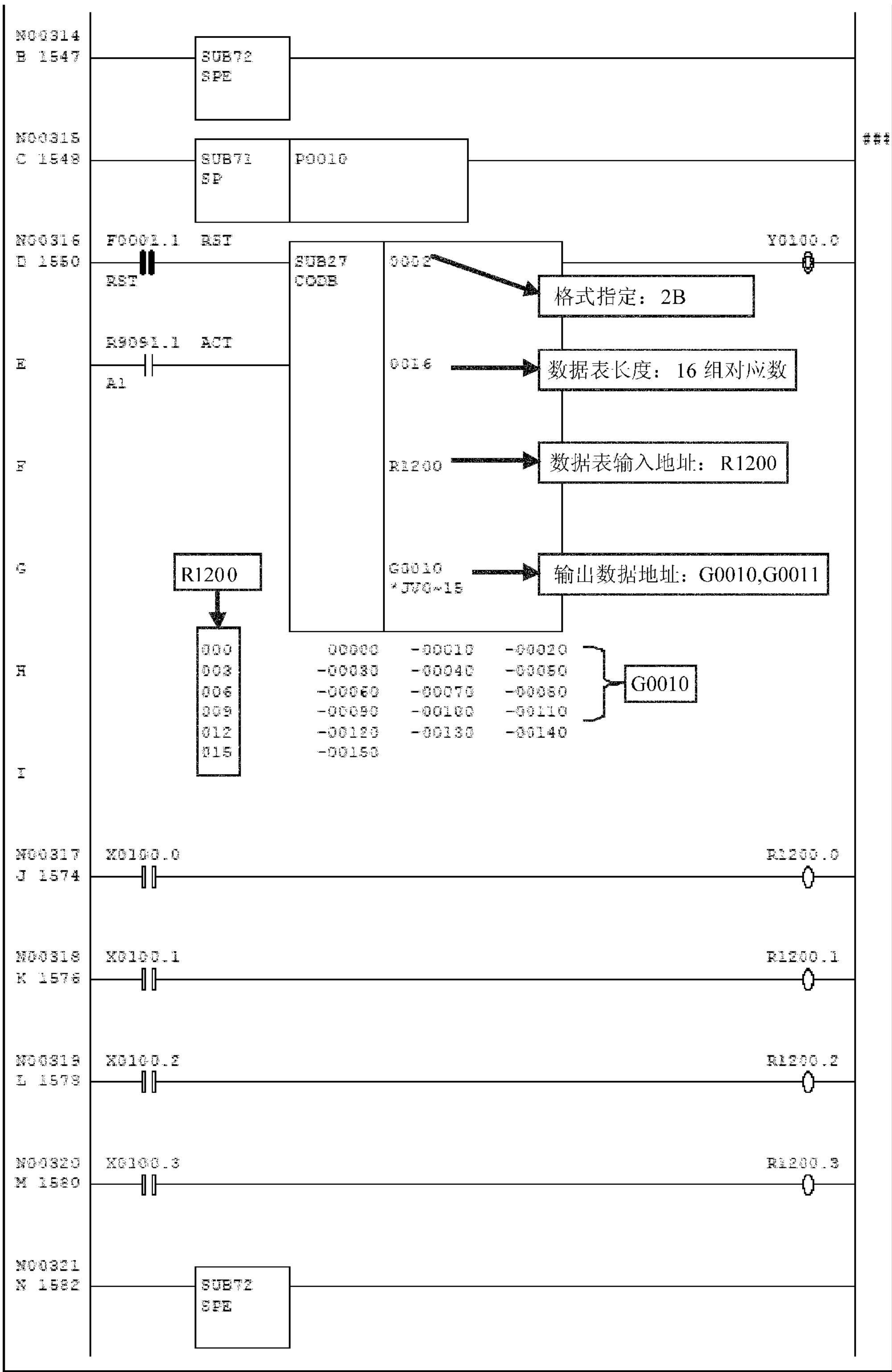


图 3-45　进给倍率控制实例

G11 有如下组合：

G0011.7	G0011.6	G0011.5	G0011.4	G0011.3	G0011.2	G0011.1	G0011.0
0	0	0	0	0	0	0	0

手动进给倍率占用 G0010 和 G0011 2 个字节，在数控机床当中，CODB 二进制代码转换功能主要用于进给被率的调整，由旋转开关来作为输入地址。值得注意的是，旋转开关输出是按照格雷码编码输出的。旋转开关格雷码编码格式及 G0010、G0011 格式说明，请参阅 FANUC 连接（功能）说明书。

3.2.16　功能指令 16：逻辑与后数据传输 MOVE（SUB8）

1. 功能

将要处理的数据与比较的数据进行与运算后，将结果送到指定地址。

2. 符号

如图 3-46 所示。

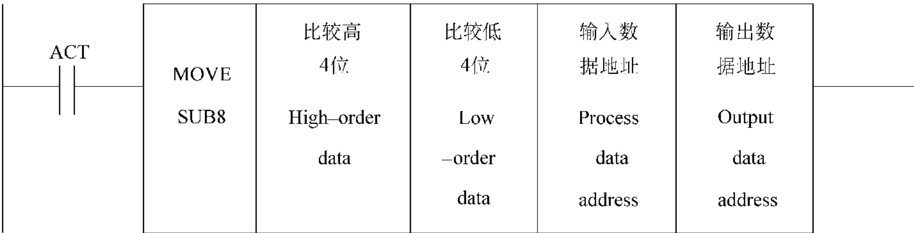


图 3-46　功能指令 MOVE 格式

3. 参数设定

1）比较数据高 4 位：被译码高 4 位的 BCD 码；

2）比较数据低 4 位：被译码低 4 位的 BCD 码；

3）输入数据地址：被处理数据的输入地址；

4）输出数据地址：处理后的数据输出地址。

4. 用法

ACT = 0 时不执行指令，ACT = 1 时执行指令。

例如：将中间继电器 R0012 中的数据高 3 位清 0，低 5 位保留原始值。经上述处理后，将数据存入 R0270 中。

其 PMC 程序如图 3-47 所示。

程序执行过程及执行结果如下：

处理数据地址 R0012 为

1	0	1	0	1	0	1	0

比较数据为

0	0	0	1	1	1	1	1

R0012 数据与比较数据进行逻辑与运算，输出地址 R0270 为

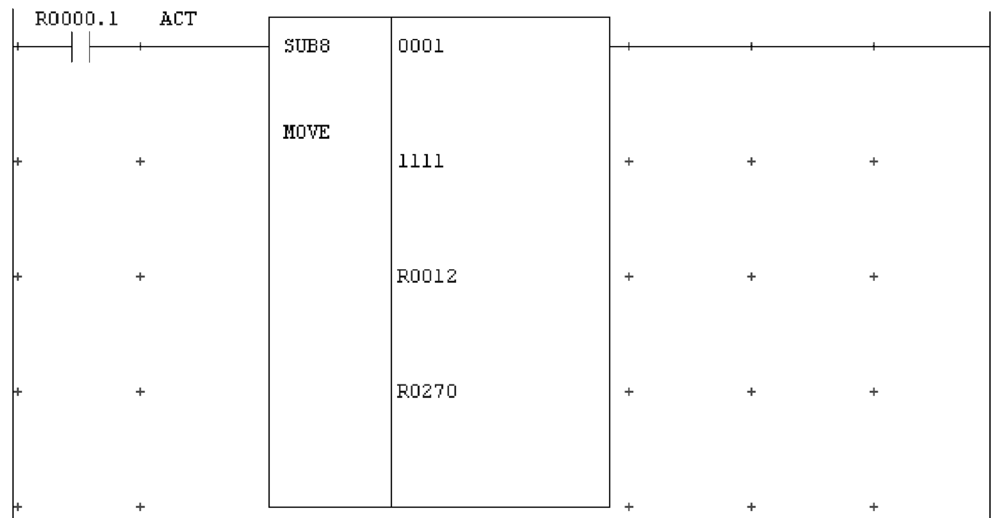
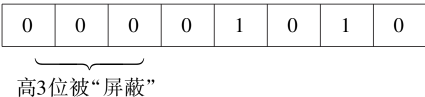


图 3-47　功能指令 MOVE 编程实例



3.2.17　功能指令 17：逻辑或后数据传送 MOVOR（SUB28）

1. 功能

将要处理的数据与比较数据进行或运算后将结果送到指定地址。

2. 符号

如图 3-48 所示。

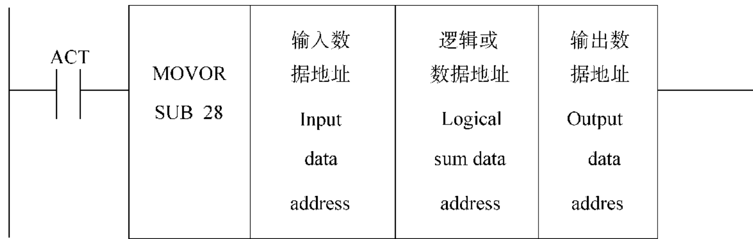


图 3-48　功能指令 MOVOR 格式

3. 参数设定

1）输入数据地址：被处理数据的输入地址；

2）逻辑或数据地址：逻辑或数据存放地址；

3）输出数据地址：处理后的数据输出地址。

4. 用法

ACT＝0 时不操作，ACT＝1 时执行指令。

例如：将中间继电器 R0010 中的数据低 5 位全部置 1，并将处理后的数据存储至 R0100

中。其 PMC 程序如图 3-49 所示。

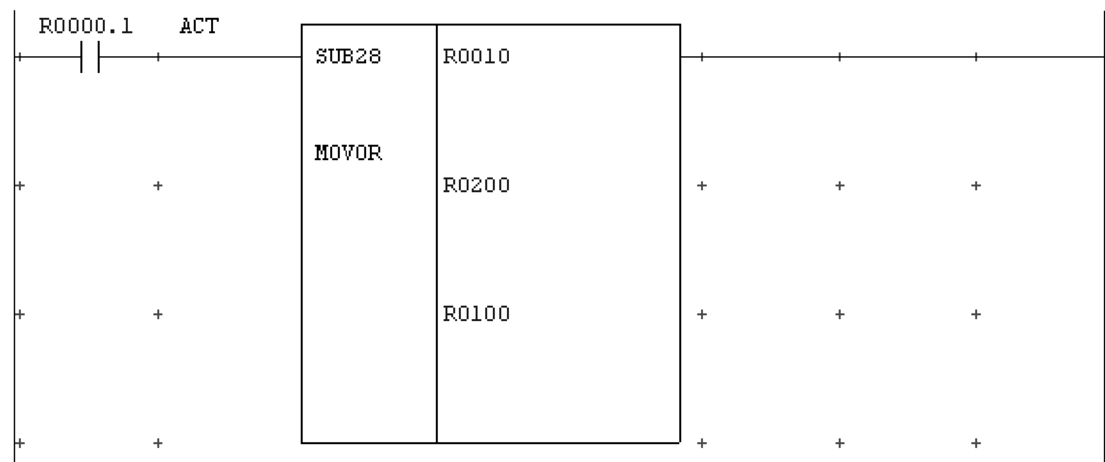


图 3-49　功能指令 MOVOR 程序实例

程序执行过程及执行结果如下：

处理数据地址 R0010 为

0	0	0	0	1	0	1	0

比较数据为

0	0	0	1	1	1	1	1

R0010 数据与比较数据进行逻辑或运算，输出地址 R0100 为

0	0	0	1	1	1	1	1

3.2.18　功能指令 18：1B 数据传送 MOVB（SUB43）

1. 功能

把 1B 的数据从被指令传出位置地址传送到传入位置地址。此功能仅适用于 SB5/6/7 以上版本，不适用于 SA1 版本。

2. 符号

如图 3-50 所示。

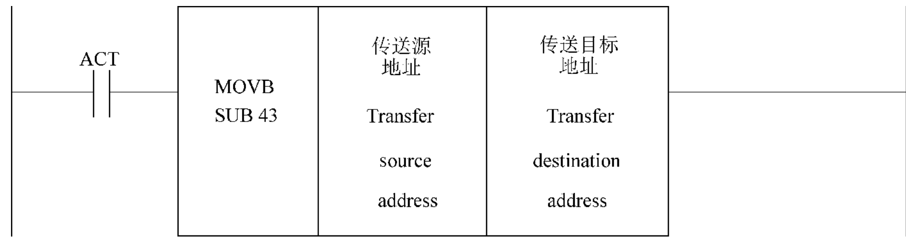


图 3-50　功能指令 MOVB 格式

3. 参数设定

1）传送源地址：被输出的 1B 数据（从指定地址取数据）；

2）传送目标地址：输出到的地址位置（数据将要存放的目标地址）。

4. 用法

ACT＝0 时不操作，ACT＝1 时执行指令。

此功能指令仅适用于 SB5/6/7 以上版本，不适用于 SA1 版本。

例如：将 R0100 中的数据传送至 R0200 中，其 PMC 程序如图 3-51 所示。

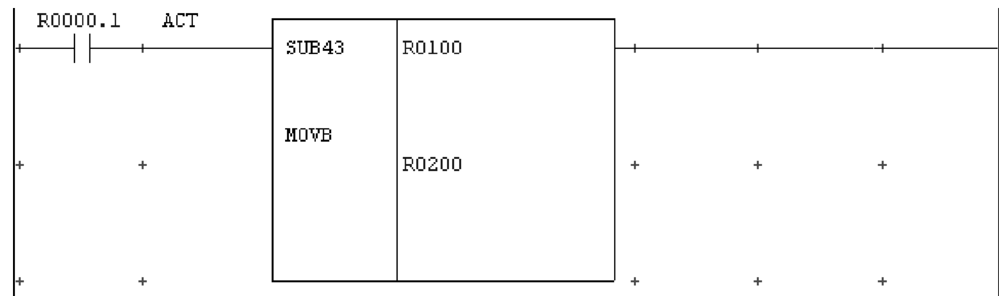


图 3-51　功能指令 MOVB 程序实例

程序执行过程及执行结果如下：

R0100 为

0	1	0	1	1	1	1	1

R0200 为

0	1	0	1	1	1	1	1

3.2.19　功能指令 19：2B 数据传送 MOVW（SUB44）

1. 功能

把 2B 的数据从被指令传出位置地址传送到传入位置地址。

2. 符号

如图 3-52 所示。



图 3-52　功能指令 MOVW 格式

3. 参数设定

1）传送源地址：被输出的 2B 数据（从指定地址取数据）；

2）传送目标地址：输出到的地址位置（数据将要存放的目标地址）。

4. 用法

ACT = 0 时不操作，ACT = 1 时执行指令。

功能指令 MOVW 仅适用于 PMC－SB5/6/7 以上版本，不适用于 PMC－SA1 版本。

例如：将 D0100 及 D0101 中的数据传送至 D0200 和 D0201 中，其 PMC 程序如图 3-53 所示，X0100.0 接通后，将 D0100 和 D0101 中的数据传送至 D0200 和 D0201 中。功能指令 MOVW 二进制传送过程如图 3-54 所示。

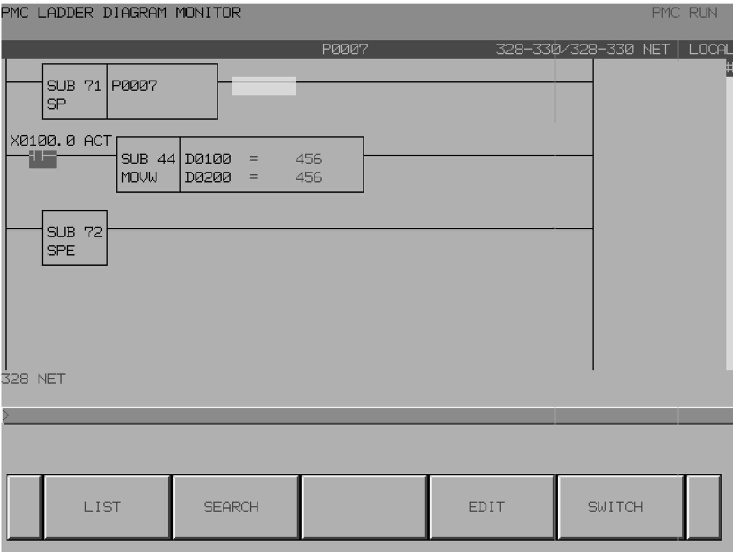


图 3-53　功能指令 MOVW 程序实例

程序执行过程及执行结果如下：

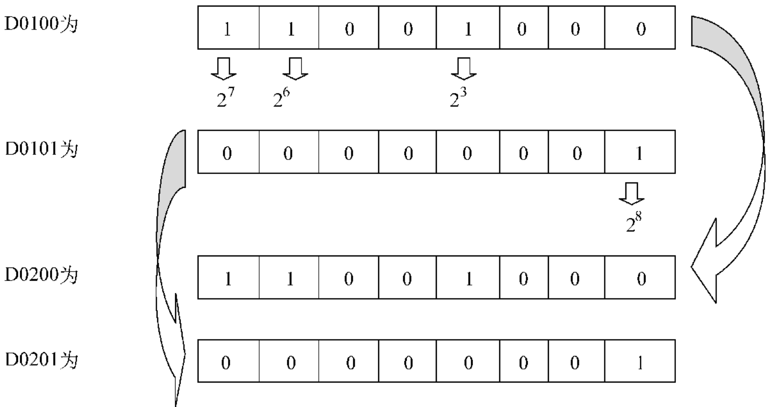


图 3-54　功能指令 MOVW 二进制传送过程

SUB44 MOVW 需要按照二进制计算，所以 D0100 和 D0101 2 个字节中的数值应为 $2^3 + 2^6 + 2^7 + 2^8 = 8 + 64 + 128 + 256 = 456$。其输出诊断如图 3-55 所示。

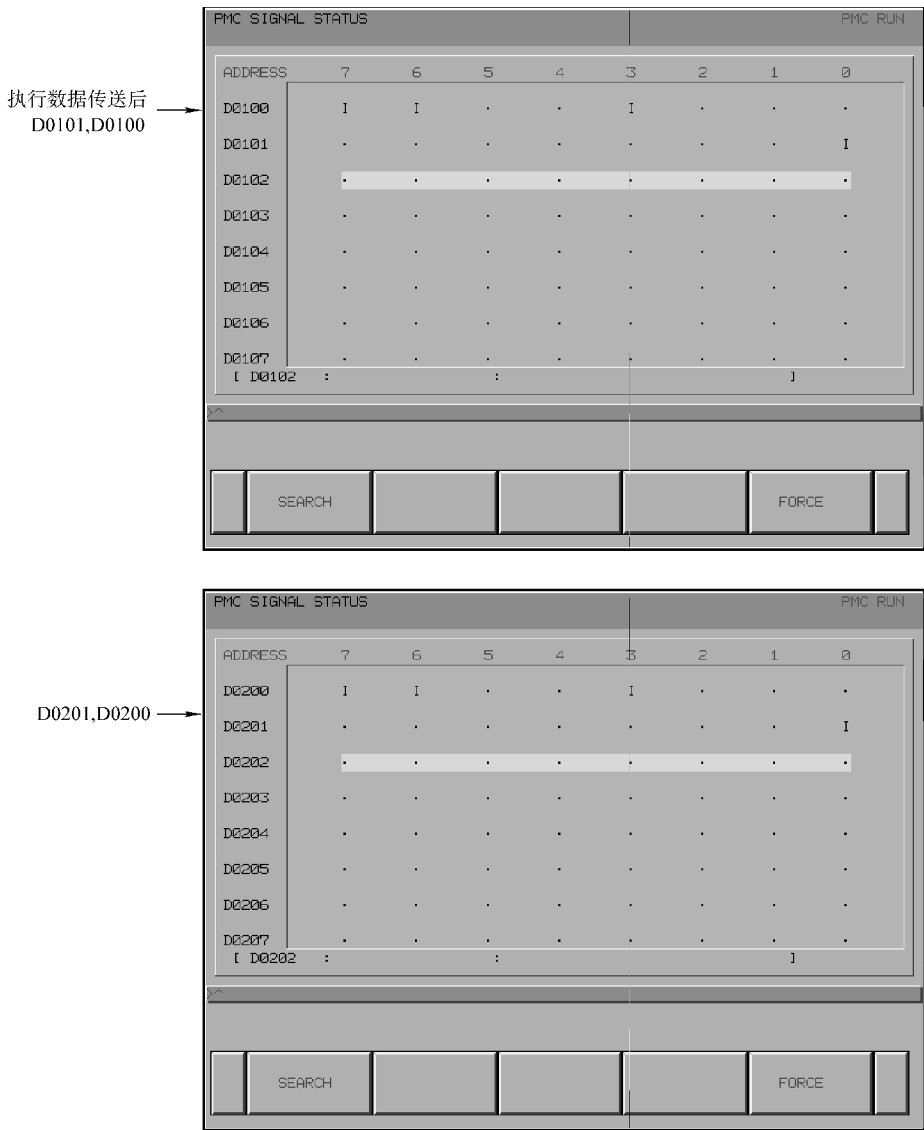


图 3-55　MOVW 传送数据 456 的输出诊断

3.2.20　功能指令 20：任意字节数据传输 MOVN（SUB45）

1. 功能

把 nB 的数据从被指令传出位置地址传送到传入位置地址。

2. 符号

如图 3-56 所示。

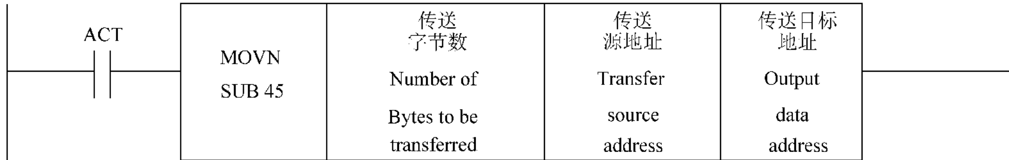


图 3-56　功能指令 MOVN 格式

3. 参数设定

1）传送字节数：指定将要传送的字节数；

2）传送源地址：从 PMC 地址发来数据的地址；

3）传送目标地址：再将数据传送到 PMC 指定地址。

4. 用法

ACT = 0 时不操作，ACT = 1 时执行指令。

功能指令 MOVN 仅适用于 PMC－SB5/6/7 以上版本，不适用于 PMC－SA1 版本。

例如：将 R0100 ~ R0149 共 50B 中的数据，顺次传送至 R0200 ~ R0249 单元中，其 PMC 程序如图 3-57 所示。

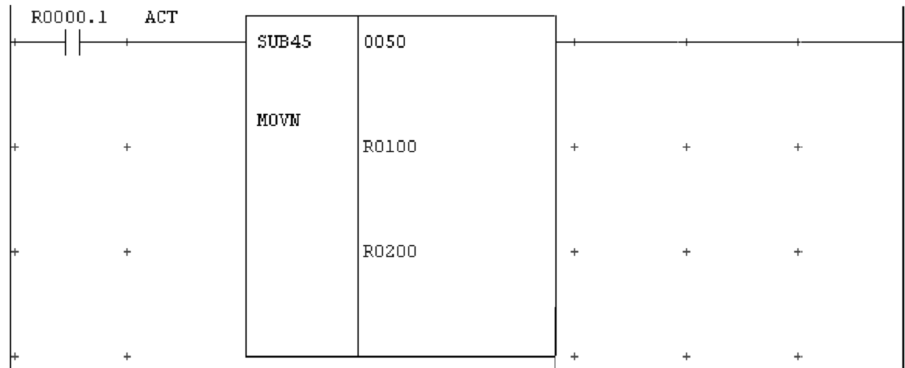


图 3-57　功能指令 MOVN 程序实例

程序执行结果如图 3-58 所示。

R0100	01011111～R0149	00011111
R0200	01011111～R0249	00011111

图 3-58　MOVN 程序执行结果

3.2.21　功能指令 21/22：公共线控制开始 COM/公共线控制结束 COME（SUB9/SUB29）

1. 功能

ACT = 0 时断开 COME（结束指令）之前的线圈，ACT = 1 时与未执行 COM 指令情况一样（SUB9 COM 与 SUB29 COME 之间的程序正常运行）。

2. 符号

如图 3-59 所示。

3. 用法

ACT = 1 时保持原状态，ACT = 0 时断开 COME 之前的线圈，0000 为指定线圈数。

例如：

如图 3-60 所示，当 R0001.0 = 0 时，X、Y 和 Z 无条件变为 0。

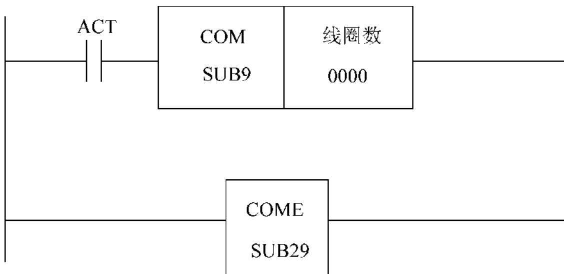


图 3-59　功能指令 COM 和 COME 格式

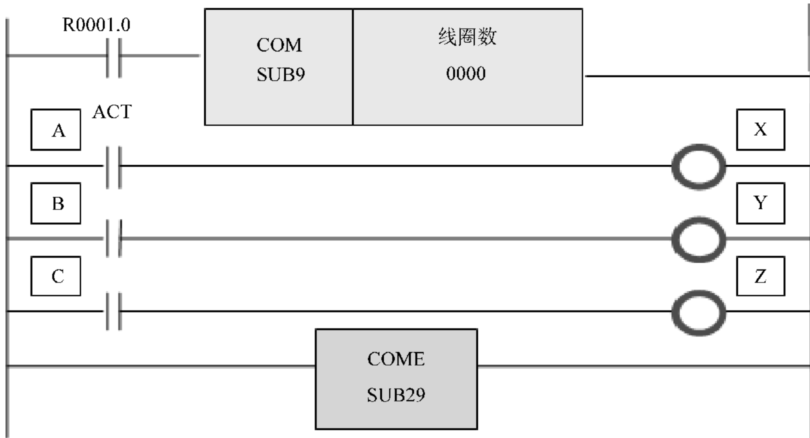


图 3-60　COM 程序说明

实例：如图 3-61 和图 3-62 所示。

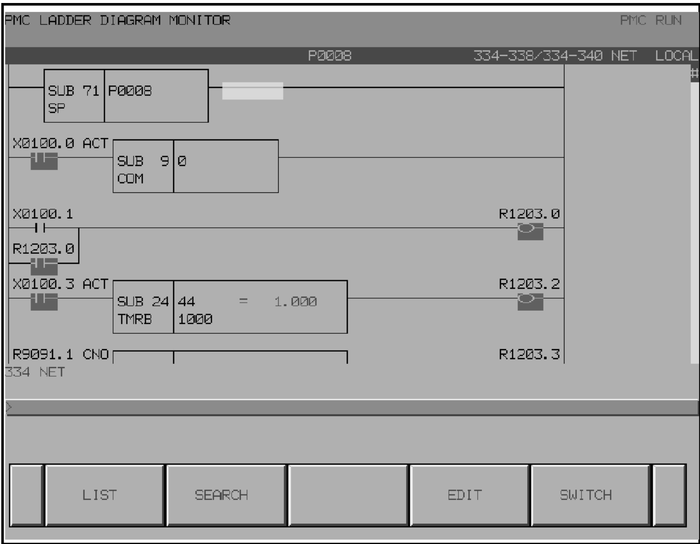


图 3-61　SUB9 ACT 信号接通（COM 至 COME 间程序运行）

在正常运行时，如果将X0100.0断开，那么COM和COME中的所有程序将不再执行。其输出地址的状态也发生变化。R1203.0会自动复位。在X0100.0再次接通之前，即使X0100.3再接通也不起作用。R1203.2自动复位(置0)，但计时值被保存（参见SUB24 中的数值）。其条件是X0100.3的状态保持不变

图 3-62　SUB9 ACT 信号断开（COM 至 COME 间程序停止运行）

3.2.22　功能指令 23/24：跳转 JMP/跳转结束 JMPE（SUB10/SUB30）

1. 功能

跳过 JMPE 命令前的区间。

2. 符号

如图 3-63 所示。

图 3-63　功能指令 JMP 和 JMPE 格式

3. 参数设定

跳过的线圈数：当 ACT 激活时，系统将不执行输出线圈数范围内的逻辑指令，但当 JMP 指令中跳过的线圈数为 0 时，系统将不执行 JMP 与 JMPE 之间的所有逻辑指令，也就是说，系统以 JMPE 为依据，分辨跳转指令的执行范围。

4. 用法

ACT = 1 时跳过指定区间，ACT = 0 时不跳转，继续执行下面的命令。

编程时应注意，使用 JMP 和 JMPE 所导致的跳转，不应跳至或跳转自 COM 和 COME 之间的程序，否则梯形图程序可能不能正常执行。

例如：如图 3-64 所示程序，当 R0001. 0 = 1 时，不执行 JMP 与 JMPE 间的逻辑指令，即程序跳过 JMPE 之前的程序扫描，所以信号 X、Y 和 Z 状态保持不变。

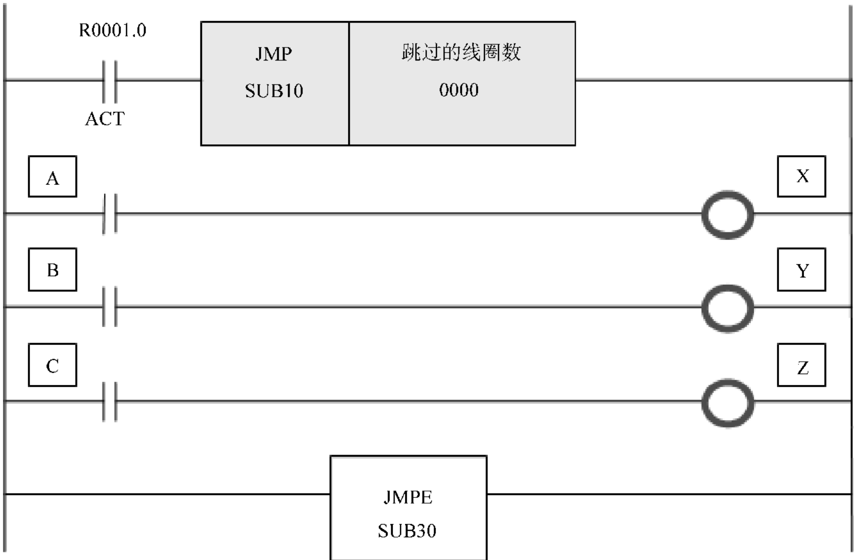


图 3-64　JMP 和 JMPE 程序说明

实例：如图 3-65 和图 3-66 所示。

X0100.0不接通时，不执行跳转指令。JMP和JMPE之间的程序可正常执行

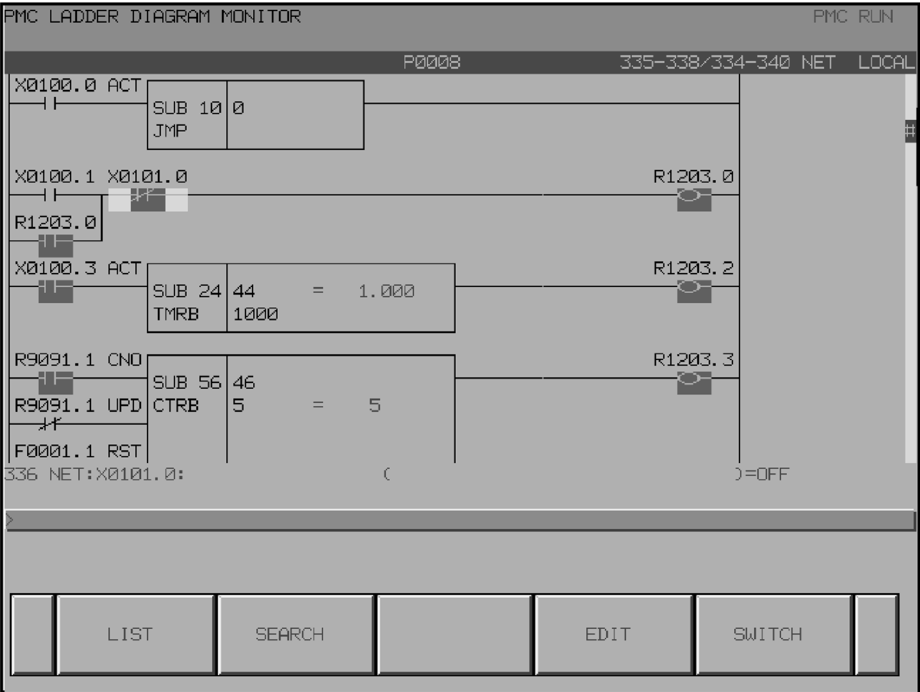


图 3-65　ACT 信号断开（JMP 至 JMPE 间程序运行）

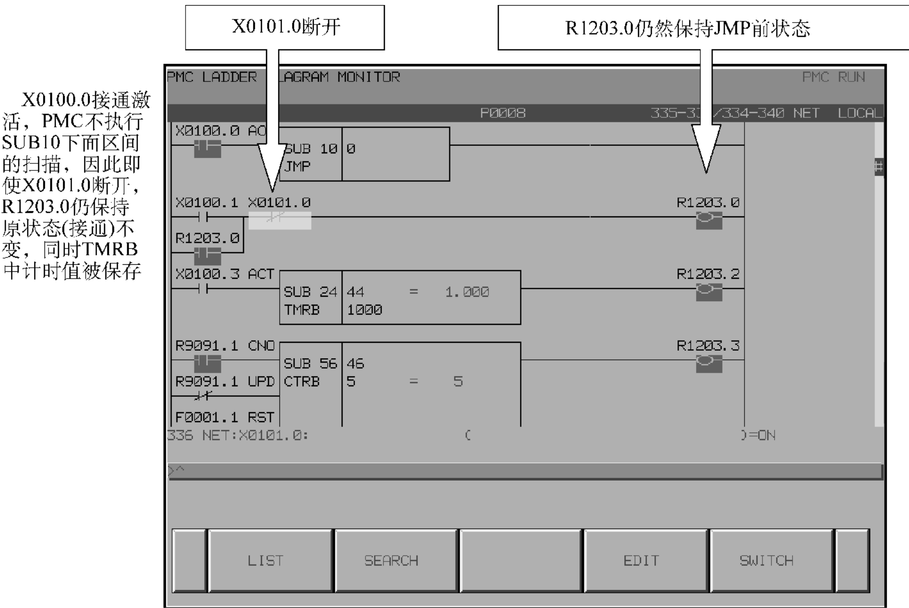


图 3-66　ACT 信号接通（JMP 至 JMPE 间程序不运行，但触点状态保持）

3.2.23　功能指令 25：标号跳转 1 JMPB（SUB68）

1. 功能

程序转移到被指定标号。

2. 符号

如图 3-67 所示。

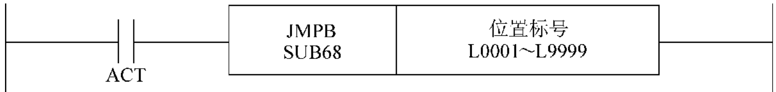


图 3-67　功能指令 JMPB 格式

3. 参数设定

位置标号：表示将跳转的位置（程序段），可以是主程序，也可以是子程序。

4. 用法

ACT＝1 时跳到被指定的标号位置，ACT＝0 时不跳转，继续执行下面的命令。

指定向前跳转时，不要造成无限循环。功能指令 JMPB 仅适用于 PMC－SB5/6/7 以上版本，不适用于 PMC－SA1 版本。

例如：如图 3-68 所示，当 R0001.0＝1 时，程序转移到标号 L0010 处。

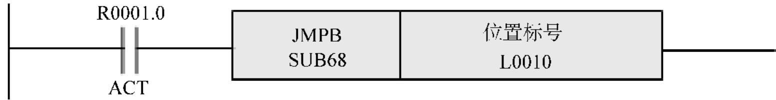


图 3-68　JMPB 程序说明

实例：如图 3-69 所示。

X0100.0置1，执行跳转指令，跳转到 L0010 处，JMPB 和LBL之间的程序被跳过，PMC不再扫描之间程序，而是跳到标号后，继续执行下面的程序。在跳转期间，即使X0101.0复位为0，R1203.0的状态依然保持原状态(1)。LBL 后的程序可正常执行

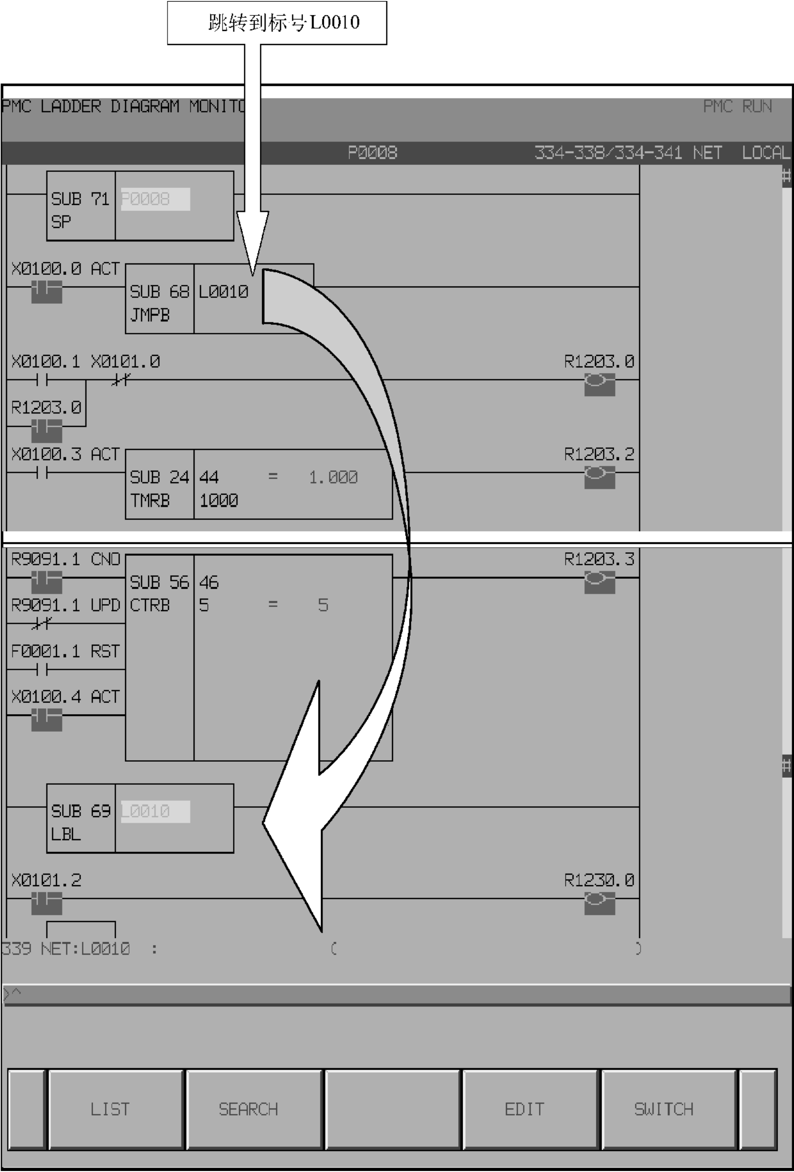


图 3-69　JMPB 程序实例

3. 2. 24　功能指令 26：标号跳转 2 JMPC（SUB73）

1. 功能

程序转移回主程序指定的标号。

2. 符号

如图 3-70 所示。

3. 参数设定

位置标号：表示将跳到主程序的位置（主程序中的程序段）。

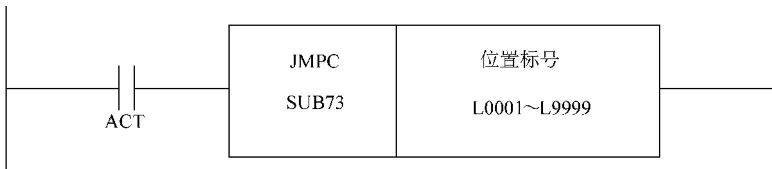


图 3-70　功能指令 JMPC 格式

4. 用法

ACT = 1 时跳转到被指定的标号位置，ACT = 0 时不跳转，继续执行下面的命令。

指定向前跳转时，不要造成无限循环。功能指令 JMPC 仅适用于 PMC－SB5/6/7 以上版本，不适用于 PMC－SA1 版本。

例如：如图 3-71 所示，当 R0001.0 = 1 时，程序转移到主程序标号 L0010 处。

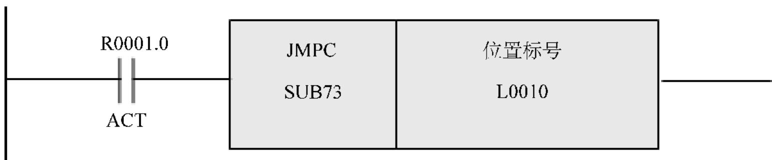


图 3-71　JMPC 程序说明

3.2.25　功能指令 27：标号 LBL（SUB69）

1. 功能

指定梯形图中一程序标号，为功能指令 JMPB 和 JMPC 指定一跳转目标。

2. 符号

如图 3-72 所示。

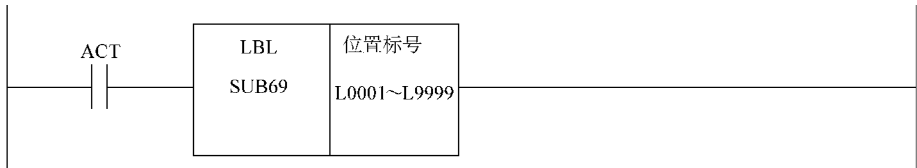


图 3-72　功能指令 LBL 格式

3. 参数设定

定义某一程序段号，与指令 JMPB 和 JMPC 组合使用，是跳转程序所指的程序段号。

4. 用法

主程序、子程序可以使用相同的标号。

ACT = 1 时跳转到被指定的标号位置，ACT = 0 时不跳转，继续执行下面的命令。

功能指令 LBL 仅适用于 PMC－SB5/67 以上版本，不适用于 PMC－SA1 版本。

实例：参见图 3-69 下半部分 LBL SUB69 L0010。

3.2.26　功能指令 28：奇偶校验 PARI（SUB11）

1. 功能

对被指定的地址进行奇偶校验，不正常时，输出错误报警。

2. 符号

如图 3-73 所示。

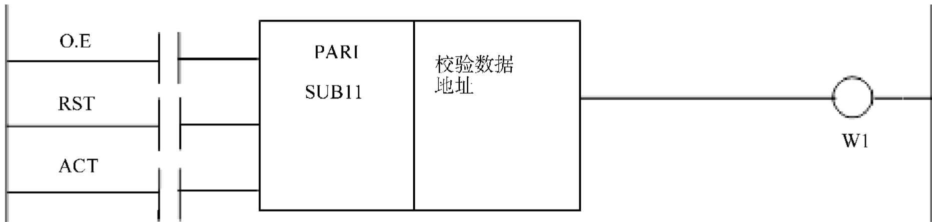


图 3-73　功能指令 PARI 格式

3. 参数设定

O. E = 0 时进行偶数校验，O. E = 1 时进行奇数校验，RST = 1 时将 W1 复位，ACT = 1 时执行奇偶校验命令，W1 = 1 时在奇偶校验中发生错误时变为接通。

4. 用法

例如：当 R0001. 0 = 1 时，进行偶数校验。检查 X036 后 6 位的奇偶性，如果是奇数，R0100. 0 输出报警。其程序如图 3-74 所示。

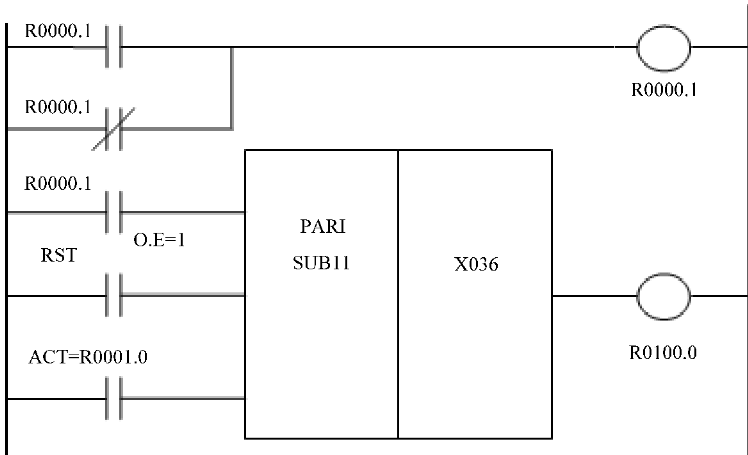


图 3-74　PARI 程序实例

程序执行说明如下：

X036	0	1	x	x	x	x	x	x	x

X036. 6 为奇偶校验位，X036. 6 = 1 表示进行奇校验。X036. 5 ~ X036. 0 是被校验的 6 位数据位。

此功能多用于旋转开关信号输入的奇偶校验、低分辨率码盘的信号奇偶校验（如刀塔

编码信号的校验）等。

3.2.27　功能指令 29：数据变换 DCNV（SUB14）

1. 功能

将二进制代码变换为 BCD 代码或 BCD 代码变换为二进制代码。

2. 符号

如图 3-75 所示。



图 3-75　功能指令 DCNV 格式

3. 参数设定

BYT 指定数据长度：BYT = 0 时被处理数据为 1B 数据，BYT = 1 时被处理数据为 2B 数据。

CNV 指定数据变换类型：CNV = 0 时将二进制代码变换成 BCD 码，CNV = 1 时将 BCD 码变换成二进制代码。

复位信号 RST：RST = 0 时不执行复位，RST = 1 时对 W1 信号进行复位处理。

触发信号 ACT：ACT = 0 时不执行 DCNV 指令，ACT = 1 时执行 DCNV 指令。

输出信号 W1：W1 = 0 时无报警，W1 = 1 时 DCNV 执行过程中出错。

W1 报警产生原因包括：输入数据应为 BCD 码的地方如果是二进制代码，则输出报警；或者从二进制代码变换成 BCD 码时超过指定字节长度，则输出报警。

例如：将设定在 R0100 中的 1B BCD 码变换成二进制代码后输出到 R0102 中，其程序如图 3-76 所示。

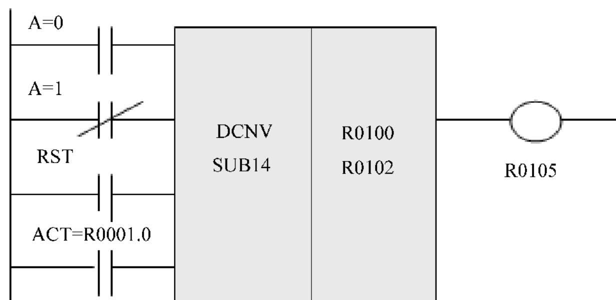


图 3-76　功能指令 DCNV 程序实例

DCNV 指令执行结果如下：

BCD 码	R0100(12)	0	0	0	1	0	0	1	0
二进制代码	R0102	0	0	0	0	1	1	0	0

二进制计算 Σ 为 $2^3+2^2=8+4=12$。

3.2.28　功能指令 30：扩展数据变换 DCNVB（SUB31）

1. 功能

将二进制代码变换为 BCD 代码或 BCD 代码变换为二进制代码。

2. 符号

如图 3-77 所示。

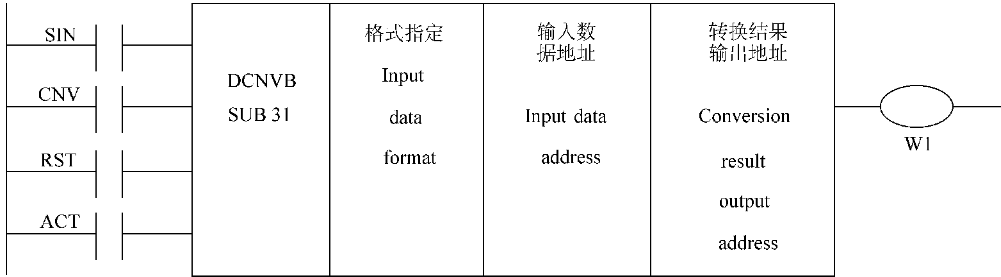


图 3-77　功能指令 DCNVB 格式

3. 参数设定

SIN：被变换的 BCD 码的符号，此参数仅在将 BCD 码变换为二进制代码时才有意义；当需要将二进制代码变换为 BCD 码时，此数据无意义。SIN = 0 时被变换的 BCD 码为正，SIN = 1 时被变换的 BCD 码为负。

CNV 指定数据变换的类型：CNV = 0 时二进制代码变换成 BCD 码，CNV = 1 时 BCD 码变换成二进制代码。

复位信号 RST：RST = 0 时不执行复位操作，RST = 1 时将 W1 复位。

触发信号 ACT：ACT = 0 时不执行数据变换 DCNVB 指令，ACT = 1 时执行 DCNVB 指令。

格式指定：指定数据长度。1 为 1B，2 为 2B，4 为 4B。

输出信号 W1：W1 = 0 表示程序执行过程中无报警，W1 = 1 时报警输出。

W1 报警产生原因包括：输入数据应为 BCD 码，但却输入了二进制代码，则输出报警；或者从二进制代码变换成 BCD 码时超过指定字节长度，则输出报警。

系统使用运算输出寄存器表示从二进制代码变换后 BCD 码的符号：

R9000			V“溢出”				N“负”	Z“零”

输入数据地址：转换前的数据存储地址。

输出数据地址：转换后的数据存储地址。

例如：

将设定在 R0100 中的 4B BCD 码（256），变换成二进制后输出到 R0104 中，其程序如图 3-78 所示。

程序执行结果如图 3-79 所示。

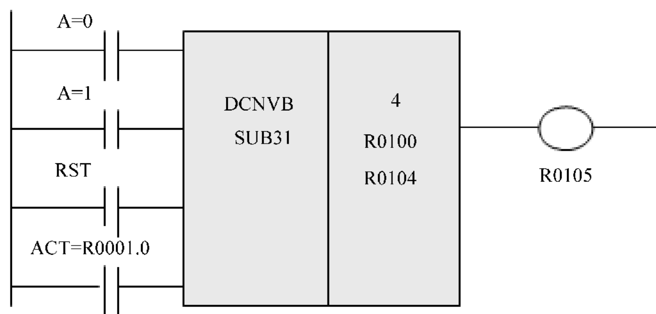


图 3-78　DCNVB 指令程序实例

R0100	4B	0	1	0	1	0	1	1	0	5 6
R0101	BCD码	0	0	0	0	0	0	1	0	2
R0102	(256)	0	0	0	0	0	0	0	0	
R0103		0	0	0	0	0	0	0	0	
R0104	4B	0	0	0	0	0	0	0	0	2^{16}
R0105	二进制代码	0	0	0	0	0	0	0	0	
R0106	(256)	0	0	0	0	0	0	0	1	
R0107		0	0	0	0	0	0	0	0	

图 3-79　DCNVB 程序执行结果

3.2.29　功能指令 31：BCD 码大小比较 COMP（SUB15）

1. 功能

比较 2 位或 4 位 BCD 码的数值，把比较结果输出到 W1，比较参考数据是否不小于比较数据，以 W1 输出。

2. 符号

如图 3-80 所示。

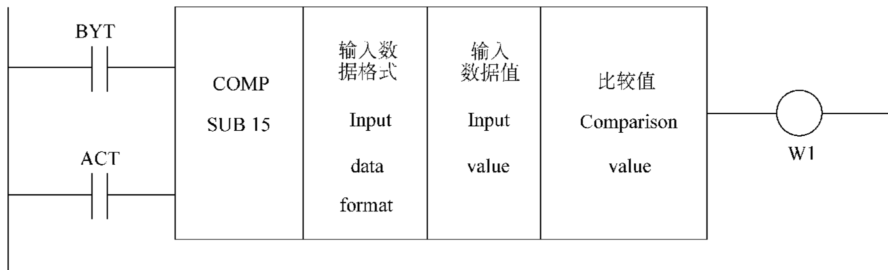


图 3-80　功能指令 COMP 格式

3. 参数设定

BYT 指定数据格式：BYT＝0 时被处理数据（比较值和输入值）为 2 位 BCD 码，BYT＝1 时被处理数据（比较值和输入值）为 4 位 BCD 码。

触发信号 ACT：ACT = 0 时不执行 COMP 指令，W1 状态保持不变，ACT = 1 时执行 COMP 指令，比较结果输出到 W1。

W1 比较结果输出：W1 = 0 时输入数据 > 比较数据，W1 = 1 时输入数据≤比较数据。

输入数据格式：0 为输入数据为常数，1 为输入数据为地址指定。

输入数据值：被比较值。

比较值：可以是常数（输入数据格式 = 0），也可以是地址（输入数据格式 = 1）。实际上是比较地址中的数值。

4. 用法

指定输入数据，并与比较值（参考值）比较。

例 1：COMP 程序如图 3-81 所示。

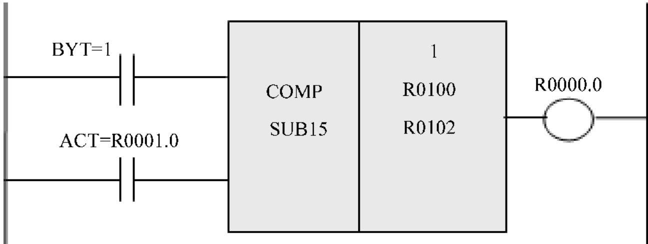


图 3-81　COMP 指令程序实例

程序执行结果：当 R0001. 0 接通时，比较 R0100 和 R0102 的值，若 R0100≤R0102，R0000. 0 接通。

例 2：已知：某数控车床的转塔具有 12 刀位，设计一个简单的程序，判断用户编制的加工程序中指定的刀具号是否在 1 ~ 12 范围内：

① 若刀具号在 1 ~ 12 范围内，即刀号正确，置内部继电器 R0122. 3 = 1；

② 若刀具号不在 1 ~ 12 范围内，即刀号错误，置内部继电器 R0122. 2 = 1。

判断刀具号是否在 1 ~ 12 范围内的 PMC 程序如图 3-82 所示。

3. 2. 30　功能指令 32：二进制代码大小比较 COMPB（SUB32）

1. 功能

对 1B、2B、4B 的二进制代码进行比较，比较参考数据是否不小于比较数据，输出到 R9000。

2. 符号

如图 3-83 所示。

3. 参数设定

ACT = 0 时不操作，ACT = 1 时执行比较操作。

输入数据格式：以 4 位二进制代码表示数据格式，数据格式含义如图 3-84 所示。

输入数据地址：输入被比较的数据地址。

比较数据地址：比较值，存放在指定的地址中。

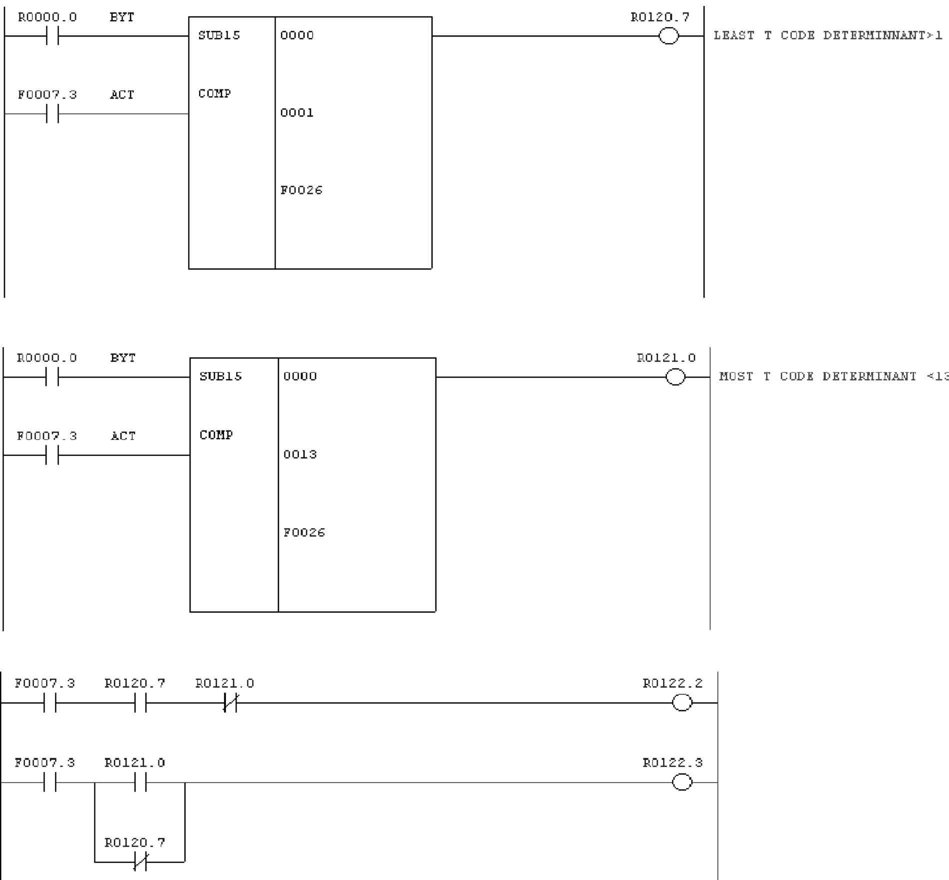


图 3-82　判断刀具号有效性的 PMC 程序

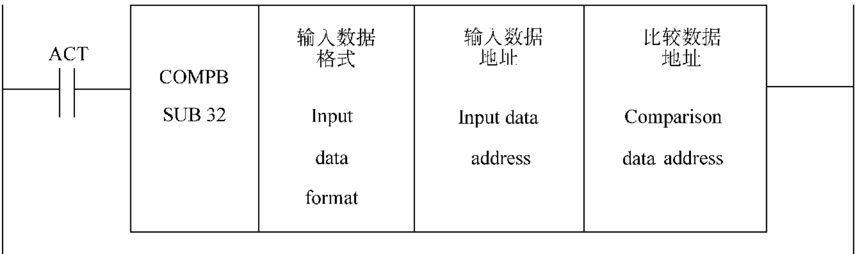


图 3-83　功能指令 COMPB 格式

比较结果输出：比较结果输出至 R9000，如图 3-85 所示。R9000. 0 = 1 时输入数据 = 比较数据，R9000. 1 = 1 时输入数据 < 比较数据，R9000. 5 = 1 时输入数据 > 比较数据。

4. 用法

实例：如图 3-86 和图 3-87 所示。

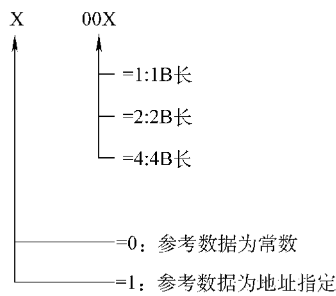


图 3-84　输入数据格式含义

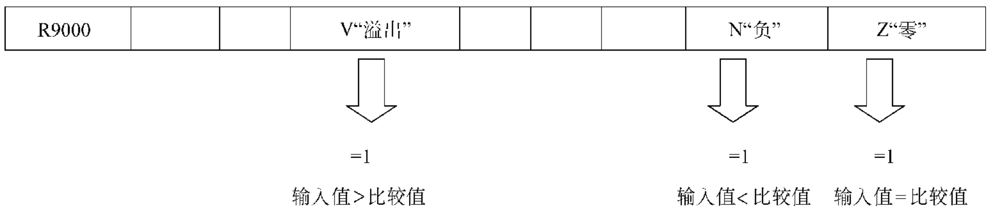


图 3-85　COMPB 比较输出结果在 R9000 中的表示

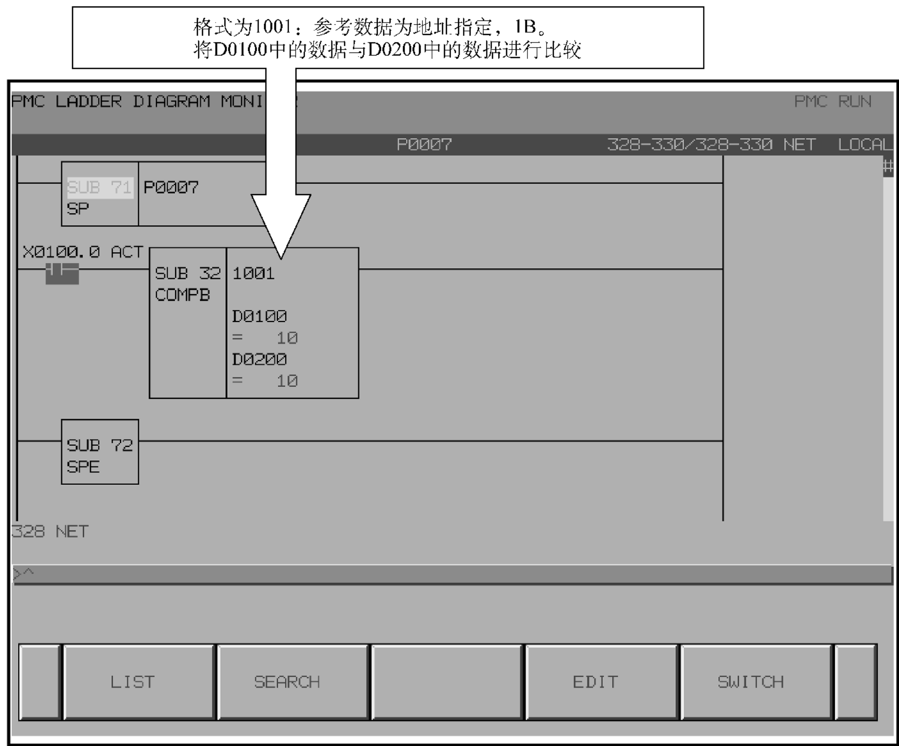


图 3-86　COMPB 指令程序实例

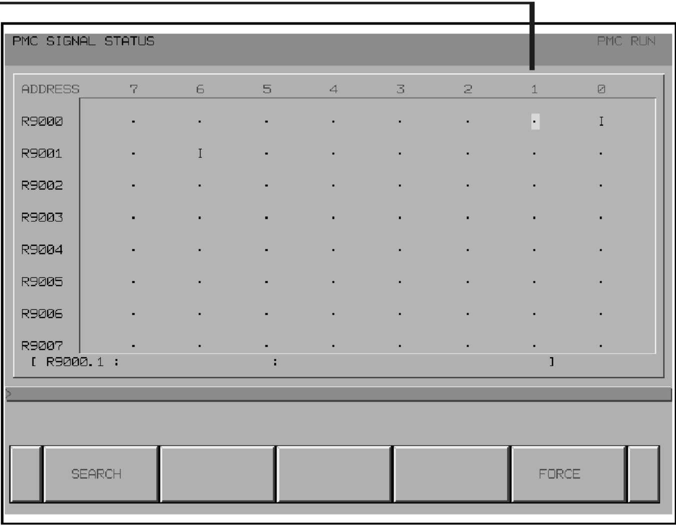


图 3-87　COMPB 实例比较结果在 R9000 中表示

3.2.31　功能指令 33：BCD 码一致判断 COIN（SUB16）

1. 功能

比较 BCD 码形式的数据，判断是否相同。

2. 符号

如图 3-88 所示。

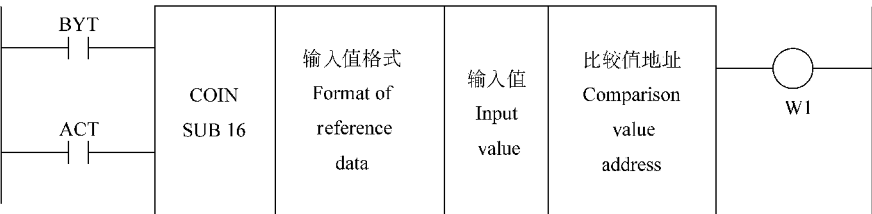


图 3-88　功能指令 COIN 格式

3. 参数设定

BYT 指定数据长度：BYT = 0 时输入数据及比较数据均为 2 位 BCD 码，BYT = 1 时输入数据及比较数据均为 4 位 BCD 码。

ACT 触发信号：ACT = 0 时不执行 COIN 指令。

ACT = 1 时执行 COIN 指令，并将结果输出到 W1。

输入数据格式：0 为参考数据为常数，1 为参考数据为地址指定。

输入值：被比较的数据，或是常数，或是存放数据的地址。

比较值地址：存放比较值的寄存器地址。

指令输出结果 W1：W1 = 0 时输入数据≠比较数据，W1 = 1 时输入数据 = 比较数据。

4. 用法

实例：如图 3-89 所示。

程序执行结果：当 R0001.0 接通时，比较 R0100 和 R0102 的值，若 R0100 = R0102 时，R0000.0 接通。

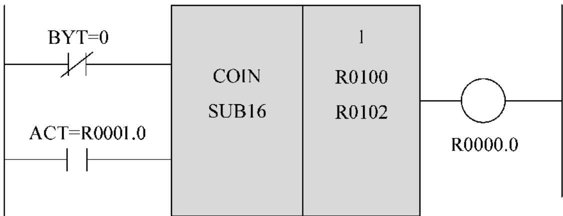


图 3-89　COIN 指令程序实例

COIN 指令一致性比较的两种情况如图 3-90 所示。

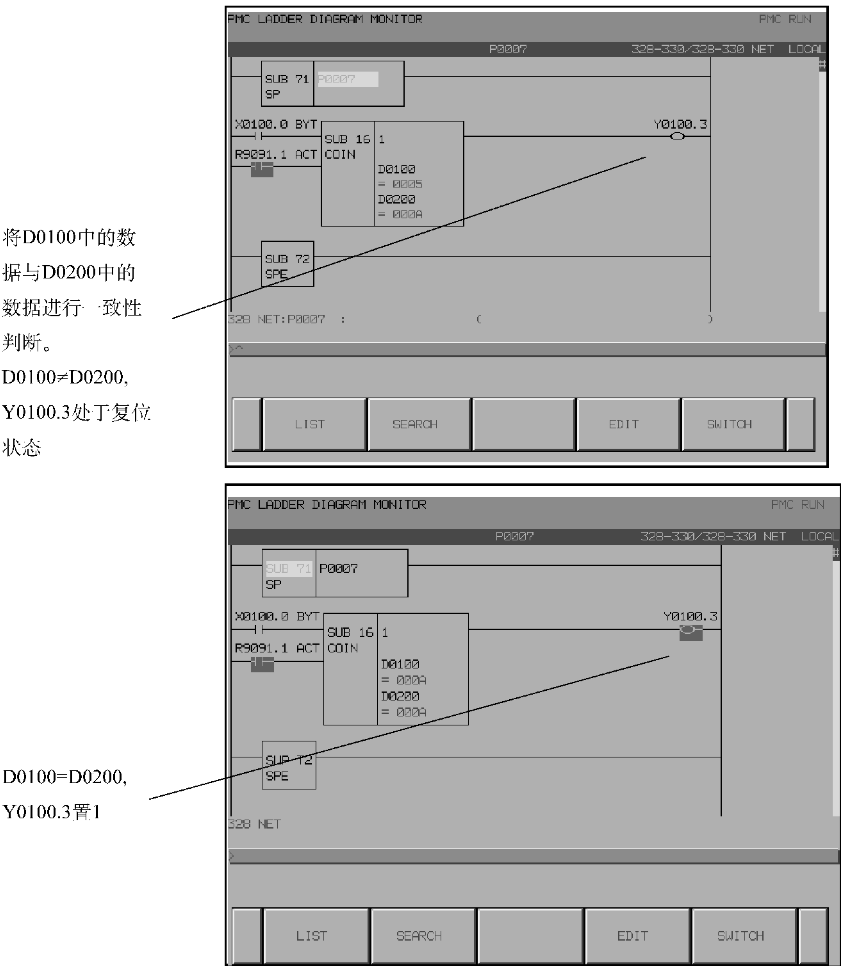


图 3-90　COIN 指令一致性比较的两种情况（比较结果 ≠、=）

3.2.32　功能指令 34：移位寄存器 SFT（SUB33）

1. 功能

把连续的 2B（16bit）的数据向右或左移动 1 位。当有“1”被移出时，W1 接通。

2. 符号

如图 3-91 所示。

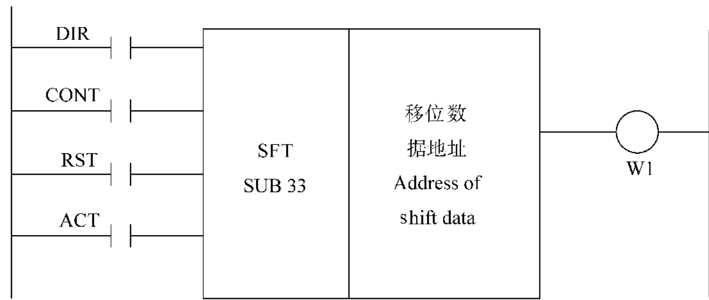


图 3-91　功能指令 SFT 格式

3. 参数设定

DIR 指定移位方向：DIR＝0 时数据左移，DIR＝1 时数据右移。

CONT 指定状态：CONT＝0 时向指定方向偏移 1 位，每位的状态都被相邻位的状态所取代。左移后，设定 0 位为 0；右移后，设定第 15 位为 0。CONT＝1 时向指定方向偏移 1 位，但原为 1 的位，其状态保持不变。

RST 复位信号：RST＝0 时 W1 不复位，RST＝1 时 W1 复位为 0。

ACT 触发信号：ACT＝0 时不执行移位指令，ACT＝1 时执行移位指令。

移位数据地址：被移位数据存放的寄存器地址。

4. 用法

实例：如图 3-92 所示。

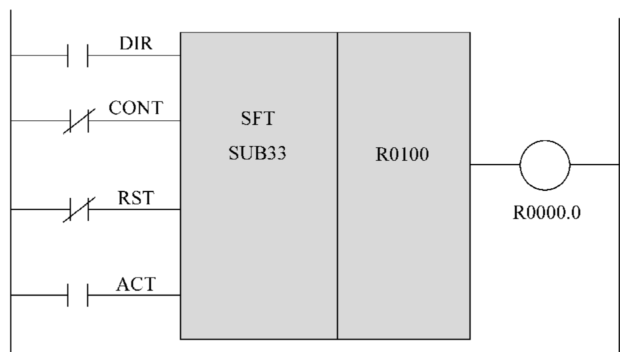
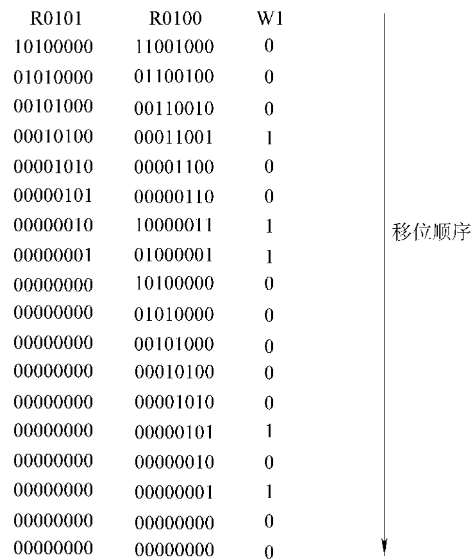


图 3-92　SFT 指令程序实例

程序执行结果：ACT 为 1 时，把 R0100. 1 的值向右移 1 位（R0100、R0101 2B）。进行移位前如果 R0100. 0＝1，则 W1，即 R0000. 0 即变为 1。

程序所处理的数据如图 3-93 所示。

SFT 指令为连续执行指令，当用开关或按钮控制 ACT 的接通或断开时。很难控制移位数据地址一位一位的移动。理想的状态是当 ACT 接通时，移位数据地址中的数据向左或向右移动一位。系统的扫描速度远大于开关由接通到断开的速度，所以一般同时使用一个上升



R0101	R0100	W1
10100000	11001000	0
01010000	01100100	0
00101000	00110010	0
00010100	00011001	1
00001010	00001100	0
00000101	00000110	0
00000010	10000011	1
00000001	01000001	1
00000000	10100000	0
00000000	01010000	0
00000000	00101000	0
00000000	00010100	0
00000000	00001010	0
00000000	00000101	1
00000000	00000010	0
00000000	00000001	1
00000000	00000000	0
00000000	00000000	0

图 3-93　SFT 移位指令的数据处理过程

沿指令控制位移脉冲的发出。

3.2.33　功能指令 35：BCD 码数据检索 DSCH（SUB17）

1. 功能

检索指定的数据是否存在于数据表内，并输出表内序号。

2. 符号

如图 3-94 所示。

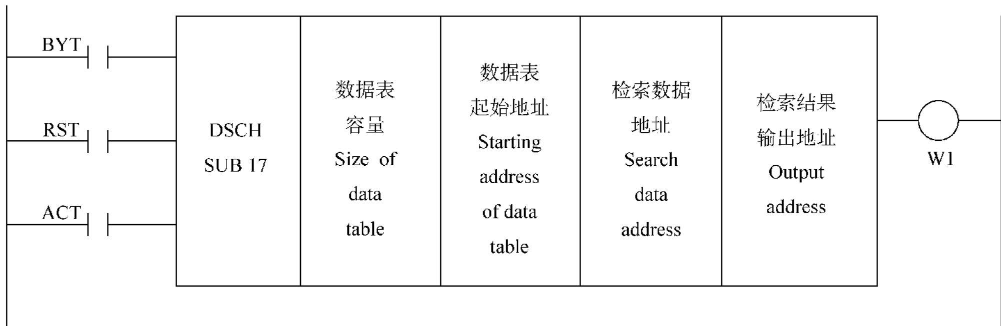


图 3-94　功能指令 DSCH 格式

3. 参数设定

BYT 指定表内数据长度：BYT = 0 时数据表内存储数据为 2 位 BCD 码，BYT = 1 时数据表内存储数据为 4 位 BCD 码。

RST 复位信号：RST = 0 时不执行复位，RST = 1 时对 W1 信号进行复位，W1 = 0。

ACT 触发信号：ACT = 0 时不执行 DSCH 指令，ACT = 1 时执行 DSCH 指令，将指定数据的表内地址输出。

W1 检索数据是否存在标志位：W1 = 0 时检索数据存在，W1 = 1 时检索数据不存在。

数据表容量：数据表长度，如指刀库容量。

数据表起始地址：该数据表首地址，如刀库 1 号刀座内数据存放的寄存器地址。

检索数据地址：被检索数据存放的地址，如调多少号刀具，检索相应的寄存器地址。

检索结果输出地址：检索到数据后，将其结果存放在寄存器中，该寄存器的地址为检索结果输出地址。

4. 用法

实例：已知机床刀库容量为 20，采用随机选刀方式，刀具号管理数据表见表 3-15 所示。

表 3-15　刀具号管理数据表示例

数据表容量 = 20	位置（刀座号）	数据表（刀号）
D0430	0	12
D0431	1	2
D0432	2	10
D0433	3	9
	⋮	
D0449	19	7

要求搜索刀号 10 在数据表中所处位置。

程序如图 3-95 所示。



图 3-95　DSCH 程序实例

检索流程图如图 3-96 所示。

3. 2. 34　功能指令 36：二进制代码数据检索 DSCHB（SUB34）

1. 功能

它与 DSCH 命令的不同点是进行处理的数值必须是二进制形式，而且为了能使用地址指定数据表的数据个数，即使在 FROM 制作完成后，仍可调整表的容量（通过往指定地址中传送数据）。

2. 符号

如图 3-97 所示。

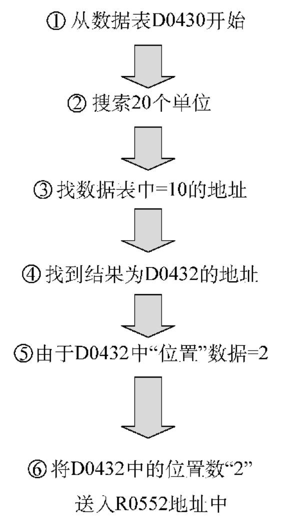


图 3-96　DSCH 数据检索流程示例

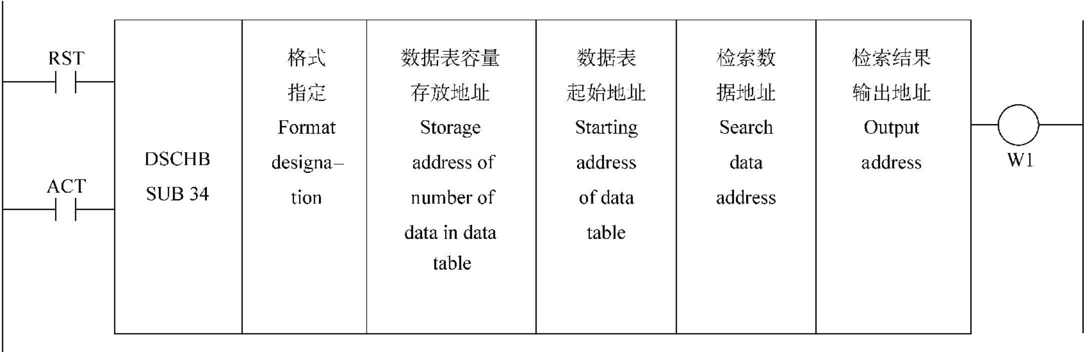


图 3-97　功能指令 DSCHB 格式

3. 参数设定

RST 复位信号：RST = 0 时不执行复位，RST = 1 时对 W1 执行复位操作。

ACT 触发信号：ACT = 0 时不执行数据检索 DSCHB 指令，ACT = 1 时执行数据检索指令。

格式指定：1 为数据 1B 长，2 为数据 2B 长，4 为数据 4B 长。

数据表容量存放地址：指该存储器存入数据表长度数值，如刀库容量。

数据表起始地址：该数据表首地址，如刀库 1 号刀座内数据存放的寄存器地址。

检索数据地址：被检索数据存放的地址，如调多少号刀具，检索相应的寄存器地址。

检索结果输出地址：检索到数据后，将其结果存放在寄存器中，该寄存器的地址为检索结果输出地址。

W1 检索输出：W1 = 0 时检索数据存在，W1 = 1 时检索数据不存在。

4. 用法

在进行数据检索前，必须根据需要将数据表赋值。填写数据表如图 3-98 所示。

PMC PRM (DATA) 001/049 BIN PMC RUN

NO.	ADDRESS	DATA
0480	D0480	1
0481	D0481	3
0482	D0482	2
0483	D0483	4
0484	D0484	5
0485	D0485	7
0486	D0486	8
0487	D0487	6
0488	D0488	9
0489	D0489	10

0
⋮
9

C. DATA　G-SRCH　SEARCH

图 3-98　填写数据表

实例：数据表容量为 10，起始地址为 D0480，检索的数据存放在 R0600 地址中，R0600 中的数据是 5，检索计算结果放到存储器 D0445 中，如图 3-99 所示。SUB34 数据检索过程如图 3-100 所示。

数据表容量为10，起始地址为D0480，R0600为检索数据地址，其数值是通过MOVE指令将刀具译码地址 F0026 中的数据传过来的。
结果输出地址为D0445。R0600=5即从D0480开始检索数据为5的地址。当系统发现D0484中的数据为5时，将 D0484对应的位置号4传到D0445中

PMC LADDER DIAGRAM MONITOR　PMC RUN
P0007　329-331/328-331 NET LOCAL
F0001.1 RST
X0100.0 ACT
SUB 34 DSCHB 1
D0050 = 10
D0480 = 1
R0600 = 5
D0445 = 4
Y0100.2
R9091.1 ACT
SUB 8 MOVE
1111
1111
F0026 = 05
R0600 = 05
SUB 72 SPE
329 NET
LIST　SEARCH　EDIT　SWITCH

图 3-99　SUB34 数据检索实例

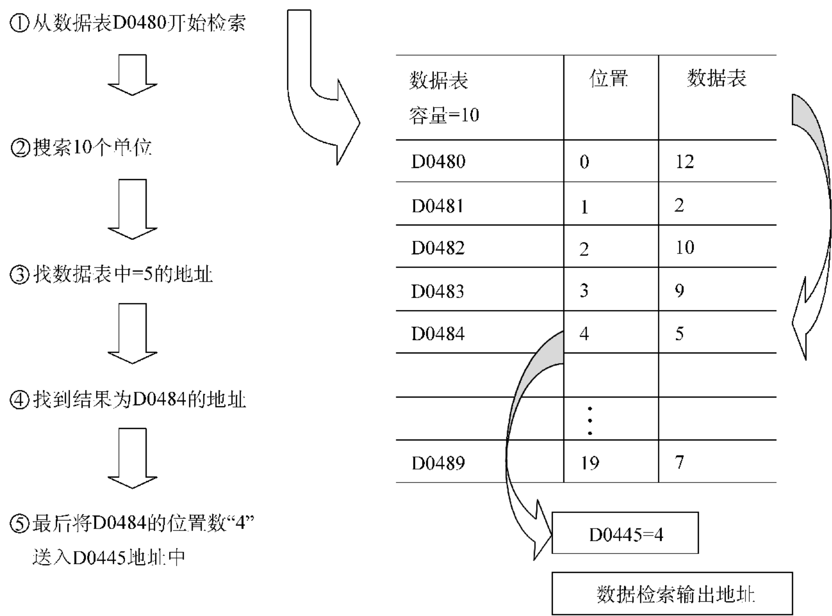


图 3-100　SUB34 数据检索过程

3.2.35　功能指令 37：BCD 码变址修改数据传送 XMOV（SUB18）

1. 功能

读取或写入数据表内指定号的数据。进行处理的数值为 2 位 BCD 码或 4 位 BCD 码。

2. 符号

如图 3-101 所示。

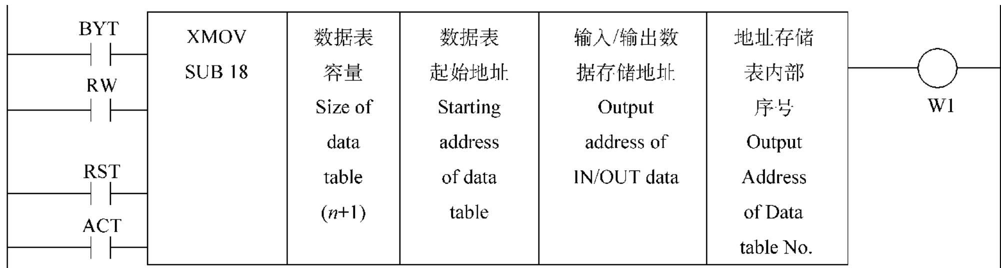


图 3-101　功能指令 XMOV 格式

3. 参数设定

BYT 指定数据位数：BYT＝0 时数据表中数据为 2 位 BCD 码，BYT＝1 时数据表中数据为 4 位 BCD 码。

RW 指定读写操作：RW＝0 时从数据表中读出数据，RW＝1 时向数据表中写入数据。

RST 复位信号：RST＝0 时不执行复位，RST＝1 时执行复位操作 W1＝0。

ACT 触发信号：ACT＝0 时不执行数据检索，ACT＝1 时执行数据检索指令。

W1 错误输出：W1 = 0 时检索指令执行过程中没有错误，W1 = 1 时检索指令执行出错，如被指定的表内号超过数据表容量，即出现报警信号。

数据表容量：数据表长度。

数据表起始地址：该数据表首地址，如刀库 1 号刀座内数据存放的寄存器地址。

输入/输出数据存储地址：输入或输出数据存放的寄存器地址。

地址存储表内部序号：内部序号存放的寄存器地址。

4. 用法

例如：数据表容量为 25，数据表起始地址为 D0430，输入/输出数据存储地址为 R0500，表内地址为 R0502，指令报警输出信号为 R0105. 0，程序如图 3-102 所示。

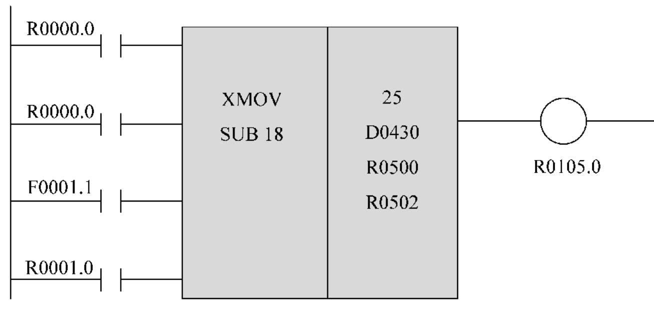


图 3-102　XMOV 程序实例

数据表以及程序检索过程如图 3-103 所示。

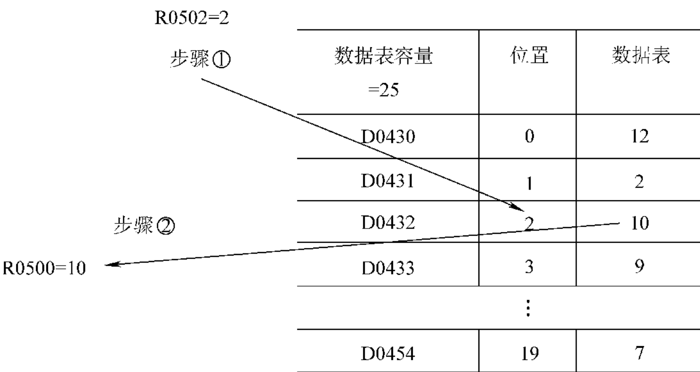


图 3-103　数据表及 XMOV 数据检索示例

程序执行流程如图 3-104 所示。

用 R0502 指定的表号不正确时，出错输出的 R0105. 0 变为“1”；当出错复位信号 F0001. 1 为“1”时，出错输出的 R0105. 0 即变为“0”。

该指令一般用于刀具交换以后，将刀库刀座号以及主轴锥孔中的刀号进行置换。

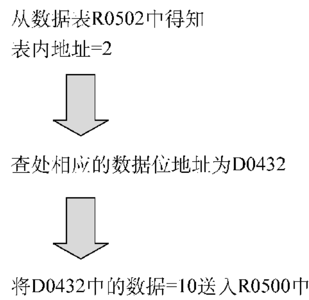


图3-104　XMOV程序执行流程图

3.2.36　功能指令38：二进制代码变址修改数据传送XMOVB（SUB35）

1. 功能

读取或写入数据表内指定号的数据。进行处理的数据为二进制形式。另外，因为表容量是用地址指定的，即使在FROM制作完成后，仍可调整表的容量（通过往指定地址中传送数据）。

2. 符号

如图3-105所示。

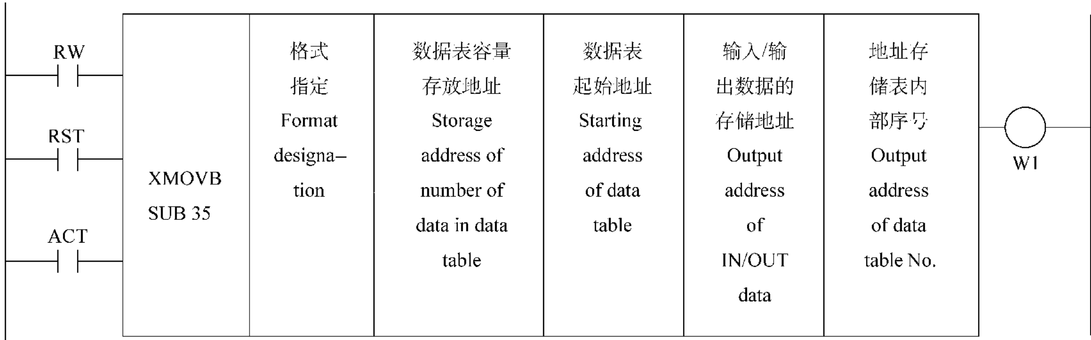


图3-105　功能指令XMOVB格式

3. 参数设定

RW读写方式设定：RW=0时从数据表中读取数据，RW=1时把数据写入数据表。

RST复位信号：RST=0时不执行复位操作，RST=1时执行复位W1=0。

ACT触发信号：ACT=0时不执行XMOVB指令，ACT=1时执行XMOVB指令。

W1错误输出：W1=0时指令执行过程中无错误，W1=1时指令执行过程中有错误，如被指定的表内号超过数据表容量。

格式指定：1为数据1B长，2为数据2B长，4为数据4B长。

数据表容量存放地址：用于换刀时，特指刀库（刀塔）容量。

数据表起始地址：该数据表首地址，如刀库1号刀座内数据存放的寄存器地址。

输入/输出数据的存储地址：输入或输出数据存放的寄存器地址。

地址存储表内部序号：内部序号存放的寄存器地址。

4. 用法

例如：被处理数据为 1B 数据，数据表容量存储在地址为 R0100 的内部继电器中，数据表首地址为 R0200，输入/输出数据存储地址为 R0300，表内地址为 D0100，报警输出信号为 R0105.0，将数据表中数据写入指定存储地址的程序如图 3-106 所示。

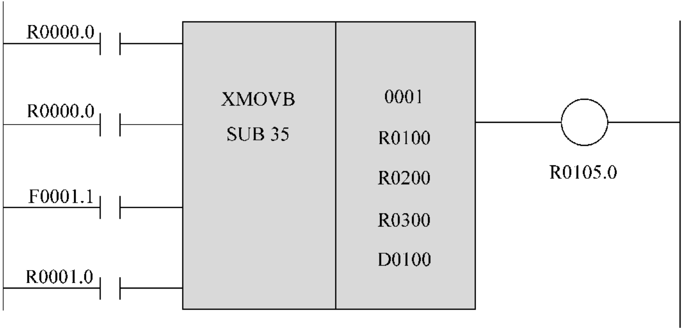


图 3-106　XMOVB 程序实例

程序执行过程如图 3-107 所示。

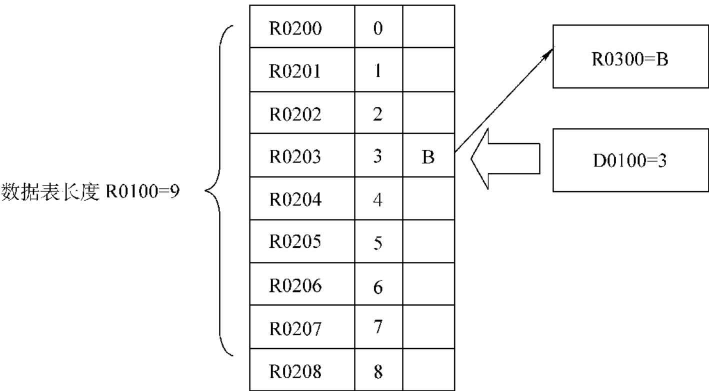


图 3-107　XMOVB 程序执行过程

实例：读数据操作，如图 3-108 和图 3-109 所示。

3.2.37　功能指令 39：BCD 码加法运算 ADD（SUB19）

1. 功能

进行 2 位 BCD 码或 4 位 BCD 码的加法。

2. 符号

如图 3-110 所示。

3. 参数设定

BYT 指定数据位数：BYT＝0 时被处理数据为 2 位 BCD 码，BYT＝1 时被处理数据为 4 位 BCD 码。

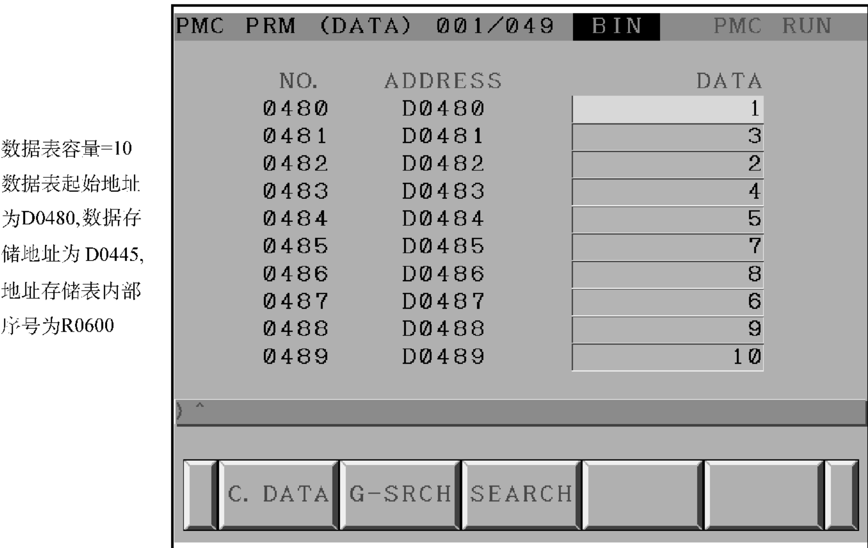


图 3-108　XMOVB 程序执行时数据表 D0480 状态

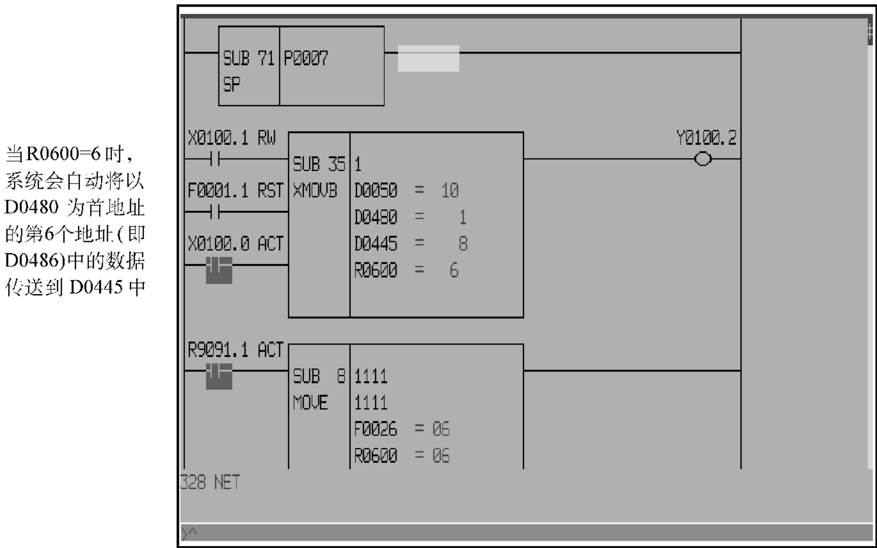


图 3-109　XMOVB 程序执行以及 D0445 赋值

RST 复位信号：RST = 0 时不执行复位，RST = 1 时执行复位，W1 = 0。

ACT 触发信号：ACT = 0 时不执行 ADD 指令，ACT = 1 时执行 ADD 指令。

W1 错误结果输出：W1 = 0 时程序执行过程中无错误，W1 = 1 时程序执行过程中出错，如加法结果超出指定的字节数。

数据格式：0 为用常数数值指定加法数据，1 为用地址指定加法数据。

被加数据地址：设定存储被加数的地址。

加法数据：地址或常数。



图 3-110　功能指令 ADD 格式

结果输出地址：设定运算结果的输出地址。

4. 用法

例如：四工位刀架，刀架逐位旋转以完成换刀，已知当前刀位信息的 BCD 码存储在 R0051 中。控制刀具代码逐位递增的程序如图 3-111 所示。

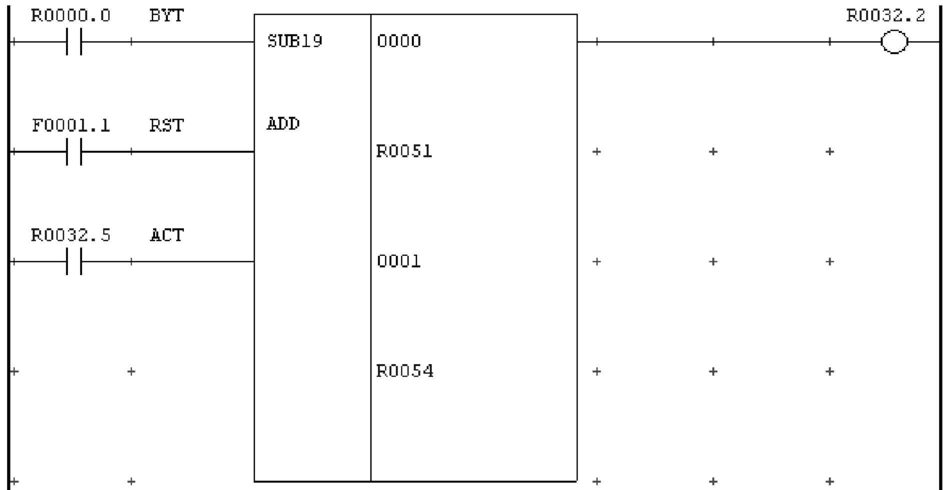


图 3-111　ADD 功能指令程序实例

3.2.38　功能指令 40：二进制代码加法运算 ADDB（SUB36）

1. 功能

进行 1B、2B、4B 长的二进制形式的加法运算。

2. 符号

如图 3-112 所示。

3. 参数设定

RST 复位信号：RST＝0 时不执行复位，RST＝1 时执行复位，W1＝0。

ACT 触发信号：ACT＝0 时不执行 ADDB 指令，ACT＝1 时执行 ADDB 指令。

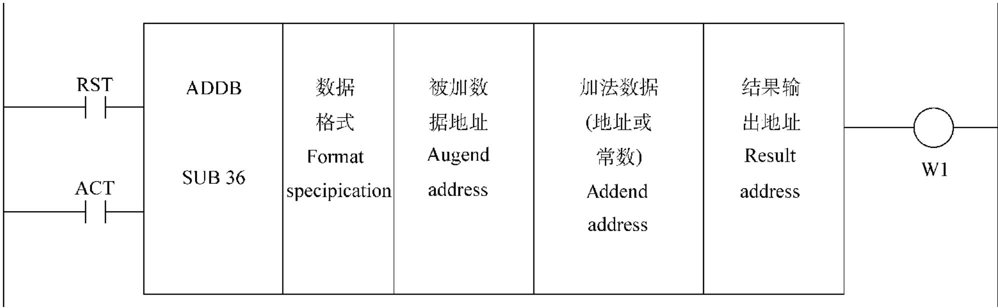


图 3-112　功能指令 ADDB 格式

W1 错误结果输出：W1 =0 时程序执行过程中无错误，W1 =1 时程序执行过程中出错，如加法结果超出指定的字节数。

数据格式：以 4 位二进制数指定输入数据格式，如图 3-113 所示。

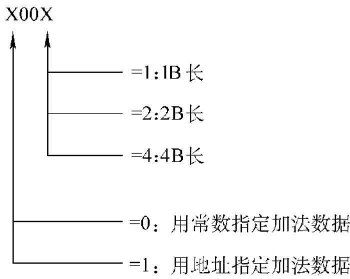


图 3-113　ADDB 功能指令输入数据格式设定

被加数据地址：设定存储被加数的地址。

加法数据：地址或常数。

结果输出地址：设定运算结果的输出地址。

二进制加法结果的状态输到运算输出寄存器 R9000 中。

R9000 结果输出如下：

R9000	x	x	溢出	x	x	x	N“负”	Z“零”

4. 用法

例如：

被处理数据为 1B 数据，被加数据地址为 R0100，加数为 1，加法结果输出到 R0102，报警输出信号为 R0000. 0，程序如图 3-114 所示。

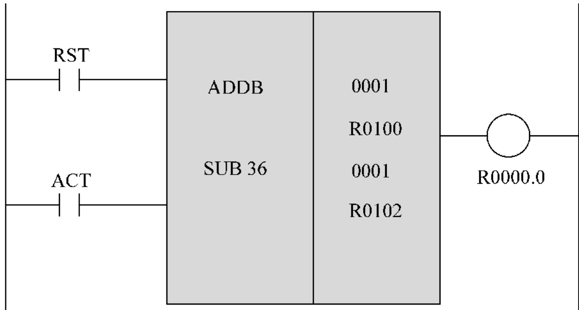


图 3-114　ADDB 程序实例

程序执行过程如图 3-115 所示（内容修改过）。

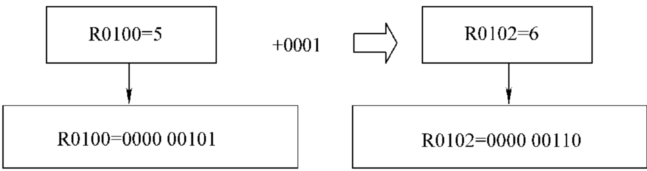


图 3-115　ADDB 指令程序执行解析

3.2.39　功能指令 41：BCD 码减法运算 SUB（SUB20）

1. 功能

进行 2 位 BCD 码或 4 位 BCD 码的减法运算。

2. 符号

如图 3-116 所示。

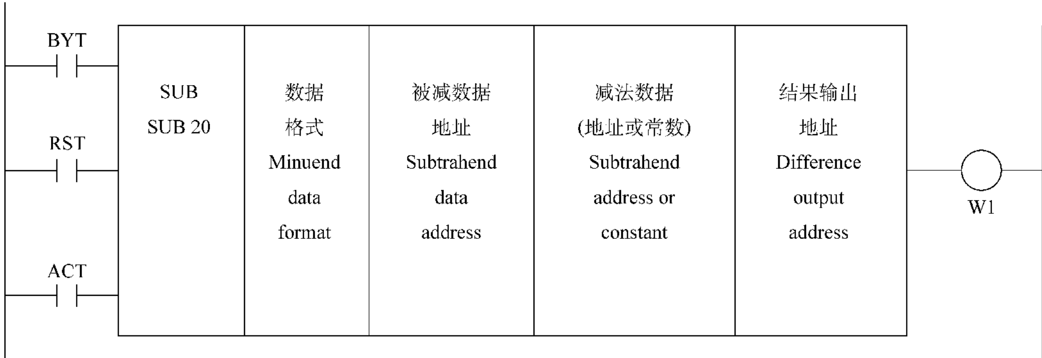


图 3-116　功能指令 SUB 格式

3. 参数设定

BYT 指定数据位数：BYT = 0 时被处理数据为 2 位 BCD 码，BYT = 1 时被处理数据为 4 位 BCD 码。

RST 复位信号：RST = 0 时不执行复位，RST = 1 时执行复位，W1 = 0。

ACT 触发信号：ACT = 0 时不执行 SUB 指令，ACT = 1 时执行 SUB 指令。

W1 错误结果输出：W1 = 0 时程序执行过程中无错误，W1 = 1 时程序执行过程中出错，如减法结果超出指定的字节数。

数据格式：0 为用常数数值指定减法数据，1 为用地址指定减法数据。

被减数据地址：设定存储被减数的地址。

减法数据：地址或常数。

结果输出地址：设定运算结果的输出地址。

4. 用法

实例：BCD 码 5464 − 464 = ?

其运算如图 3-117 所示。

BCD 码运算见表 3-16。

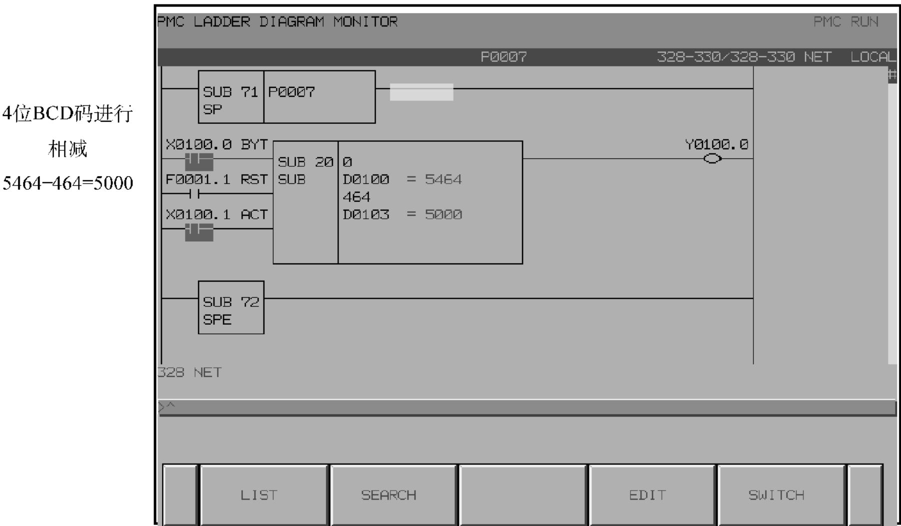


图 3-117　功能指令 SUB20 5464 – 464 运算

表 3-16　BCD 码 5464 – 464 运算过程

D 地址	D0101								D0100							
高/低位	高四位				低四位				高四位				低四位			
被减数	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
十进制数值	5				4				6				4			
减数	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
十进制数值	0				4				6				4			
结果	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
十进制数值	5				0				0				0			

3.2.40　功能指令 42：二进制代码减法运算 SUBB（SUB37）

1. 功能

进行 1B、2B、4B 长的二进制形式的减法运算。

2. 符号

如图 3-118 所示。

3. 参数设定

RST 复位信号：RST = 0 时不执行复位，RST = 1 时执行复位，W1 = 0。

ACT 触发信号：ACT = 0 时不执行 SUBB 指令，ACT = 1 时执行 SUBB 指令。

W1 错误结果输出：W1 = 0 时程序执行过程中无错误，W1 = 1 时程序执行过程中出错，如减法结果超出指定的字节数。

数据格式：以 4 位二进制代码指定数据格式，如图 3-119 所示。

被减数据地址：设定存储被减数的地址。

减法数据：地址或常数。

结果输出地址：设定运算结果的输出地址。

二进制代码减法结果的状态输到运算输出寄存器 R9000 中。

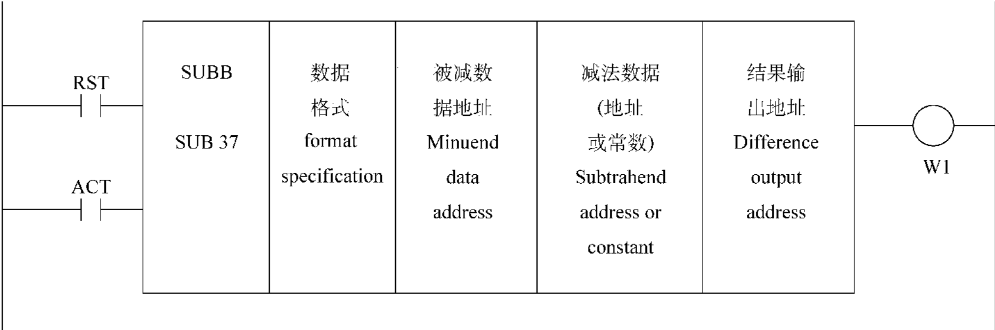


图 3-118　功能指令 SUBB 格式

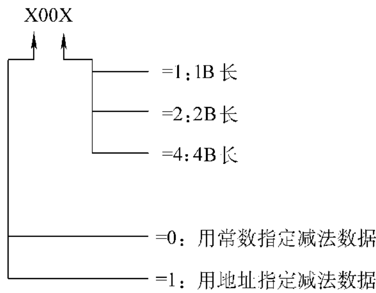


图 3-119　SUBB 功能指令数据格式设定

R9000 结果输出如下：

R9000	x	x	溢出	x	x	x	N“负”	Z“零”

4. 用法

例如：被处理数据，作减法运算数据为 1B 二进制代码，被减数据存储地址为 R0100，减数为 1，减法结果输出地址为 R0102，如果减法运算出现错误，报警信号输出地址为 R0000. 0，程序如图 3-120 所示。

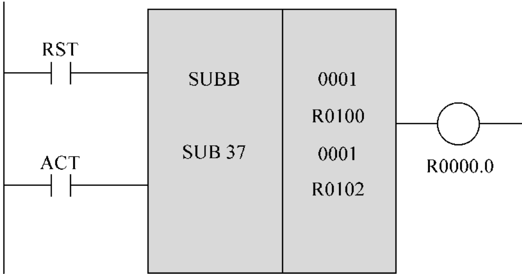


图 3-120　SUBB 程序实例

程序执行过程如图 3-121 所示。

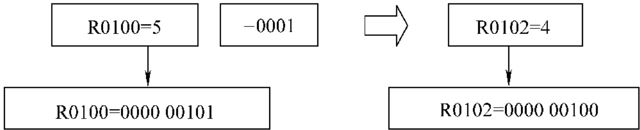


图 3-121　SUBB 指令程序执行解析

3.2.41　功能指令 43：BCD 码乘法运算 MUL（SUB21）

1. 功能

进行 2 位 BCD 码或 4 位 BCD 码的乘法运算。

2. 符号

如图 3-122 所示。

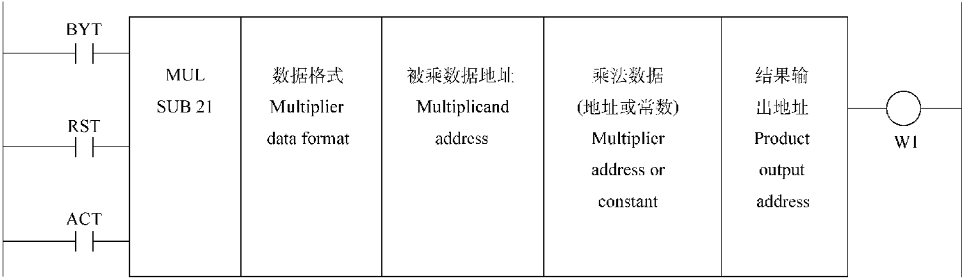


图 3-122　功能指令 MUL 格式

3. 参数设定

BYT 指定数据位数：BYT = 0 时被处理数据为 2 位 BCD 码，BYT = 1 时被处理数据为 4 位 BCD 码。

RST 复位信号：RST = 0 时不执行复位，RST = 1 时执行复位，W1 = 0。

ACT 触发信号：ACT = 0 时不执行 MUL 指令，ACT = 1 时执行 MUL 指令。

W1 错误结果输出：W1 = 0 时程序执行过程中无错误，W1 = 1 时程序执行过程中出错，如乘法结果超出指定的字节数。

数据格式：0 为用常数数值指定乘法数据，1 为用地址指定乘法数据。

被乘数据地址：设定存储被乘数的地址。

乘法数据：地址或常数。

结果输出地址：设定运算结果的输出地址。

4. 用法

实例：如图 3-123 所示。

D0100的数值乘上常数10，结果传送到D0104中。D0104=0101 0000(BCD码)

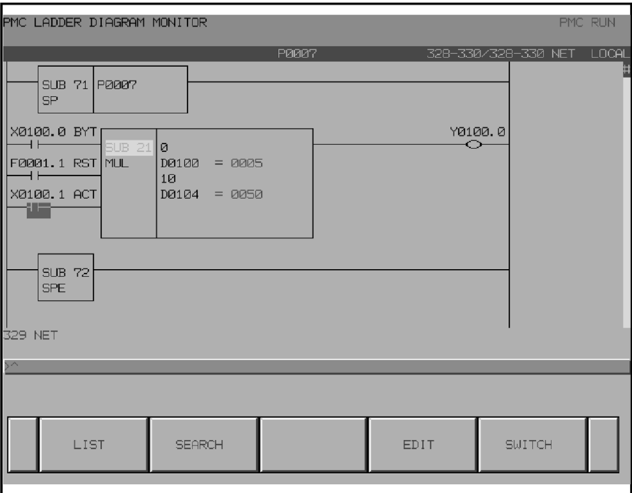


图 3-123　功能指令 MUL 实例

3.2.42 功能指令 44：二进制代码乘法运算 MULB（SUB38）

1. 功能

进行 1B、2B、4B 长的二进制形式的乘法运算。

2. 符号

如图 3-124 所示。

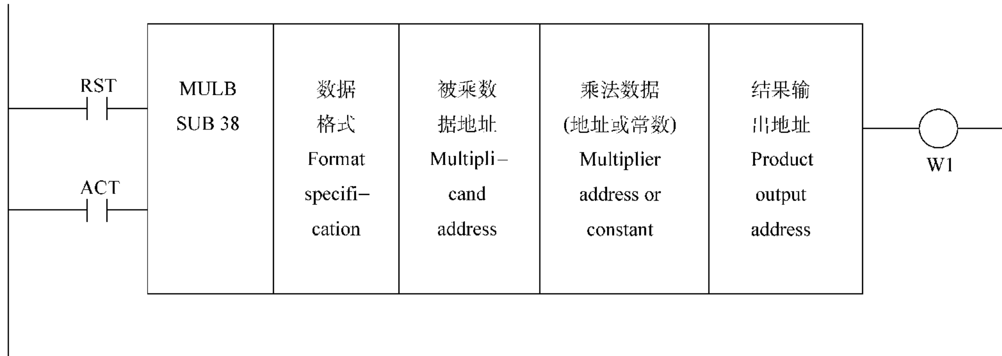


图 3-124 功能指令 MULB 格式

3. 参数设定

RST 复位信号：RST = 0 时不执行复位，RST = 1 时执行复位，W1 = 0。

ACT 触发信号：ACT = 0 时不执行 MULB 指令，ACT = 1 时执行 MULB 指令。

W1 错误结果输出：W1 = 0 时程序执行过程中无错误，W1 = 1 时程序执行过程中出错，如乘法结果超出指定的字节数。

数据格式：以 4 位二进制代码指定数据格式，如图 3-125 所示。

被乘数据地址：设定存储被乘数的地址。

乘法数据：地址或常数。

结果输出地址：设定运算结果的输出地址。

二进制乘法结果的状态输到运算输出寄存器 R9000 中。

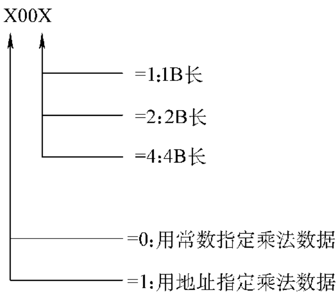


图 3-125 MULB 功能指令数据格式设定

R9000 结果输出如下：

R9000	x	x	溢出	x	x	x	N “负”	Z “零”

4. 用法

例如：程序如图 3-126 所示。

程序执行过程如图 3-127 所示：

被处理数据作乘法运算数据为 1B 二进制代码，被乘数据存储地址为 R0100，乘数为 2，乘法运算结果输出地址为 R0102，如果乘法运算出现错误，报警信号输出地址为 R0000.0。

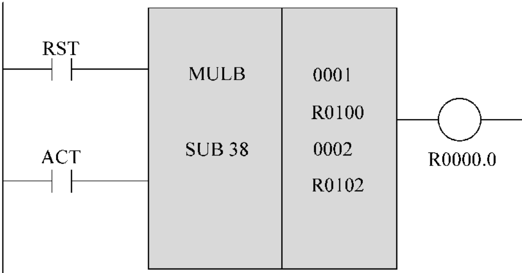


图 3-126 功能指令 MULB 格式

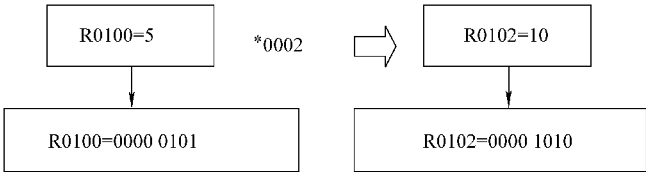


图 3-127　MULB 指令程序执行解析

3.2.43　功能指令 45：BCD 码除法运算 DIV（SUB22）

1. 功能

进行 2 位 BCD 码或 4 位 BCD 码的除法运算。

2. 符号

如图 3-128 所示。



图 3-128　功能指令 DIV 格式

3. 参数设定

BYT 指定数据位数：BYT＝0 时被处理数据为 2 位 BCD 码，BYT＝1 时被处理数据为 4 位 BCD 码。

RST 复位信号：RST＝0 时不执行复位，RST＝1 时执行复位，W1＝0。

ACT 触发信号：ACT＝0 时不执行 DIV 指令，ACT＝1 时执行 DIV 指令。

W1 错误结果输出：W1＝0 时程序执行过程中无错误，W1＝1 时程序执行过程中出错，如除法结果超出指定的字节数。

数据格式：0 为用常数数值指定除法数据，1 为用地址指定除法数据。

被除数据地址：设定存储被除数的地址。

除法数据：地址或常数。

结果输出地址：设定运算结果的输出地址。

4. 用法

实例：如图 3-129 所示。

D0100中的数据除以常数10(H)，将结果存储到D0102中。

10
÷ 10
0001

在诊断画面观察
D0100=00001010
÷ 00001010
D0102=00000001

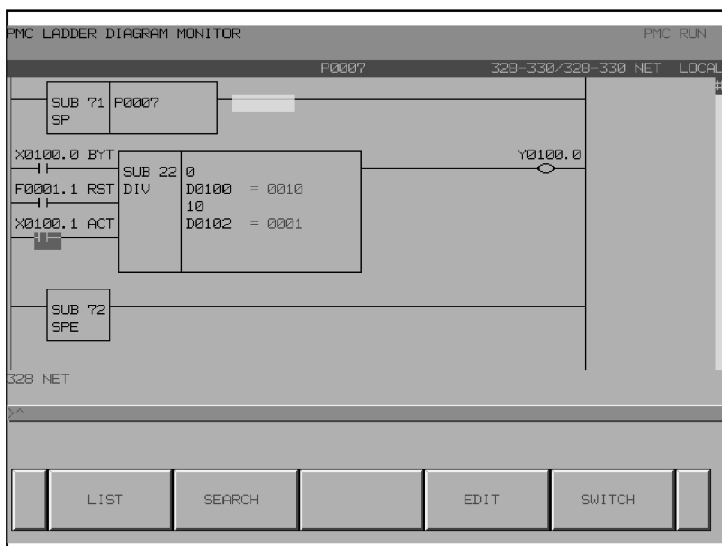


图 3-129　功能指令 DIV 实例

3.2.44　功能指令 46：二进制代码除法运算 DIVB（SUB39）

1. 功能

进行 1B、2B、4B 长的二进制形式的除法运算。

2. 符号

如图 3-130 所示。



图 3-130　功能指令 DIVB 格式

3. 参数设定

RST 复位信号：RST = 0 时不执行复位，RST = 1 时执行复位，W1 = 0。

ACT 触发信号：ACT = 0 时不执行 DIVB 指令，ACT = 1 时执行 DIVB 指令。

W1 错误结果输出：W1 = 0 时程序执行过程中无错误，W1 = 1 时程序执行过程中出错，如除法结果超出指定的字节数。

数据格式：以 4 位二进制代码指定数据格式，如图 3-131 所示。

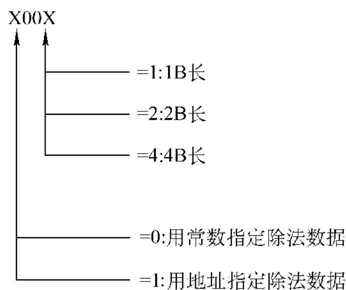


图 3-131　DIVB 功能指令数据格式设定

被除数据地址：设定存储被除数的地址。
除法数据：地址或常数。
结果输出地址：设定运算结果的输出地址。
二进制除法结果的状态输到运算输出寄存器 R9000 中。
R9000 结果输出如下：

R9000	x	x	溢出	x	x	x	N“负”	Z“零”

4. 用法

例如：程序如图 3-132 所示。

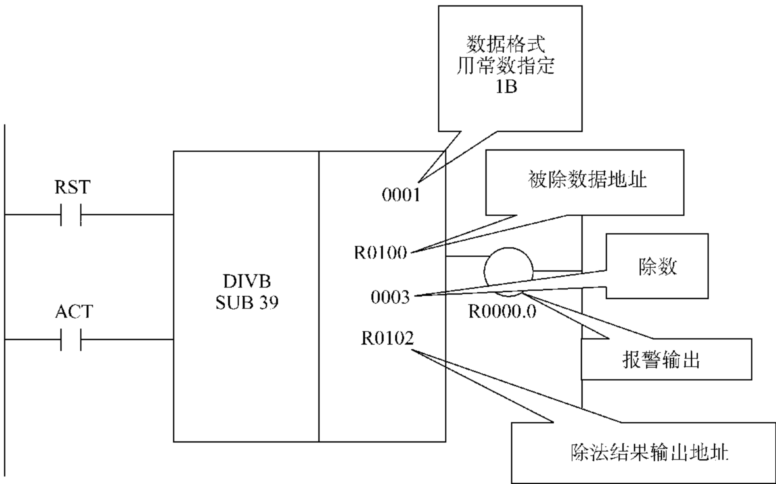


图 3-132　DIVB 指令格式

程序执行过程如图 3-133 所示。

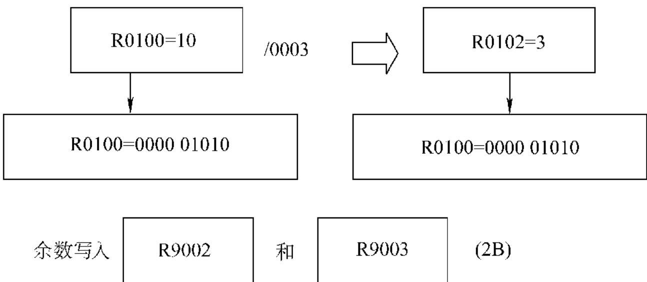


图 3-133　DIVB 指令程序执行解析

被处理数据作除法运算数据为 1B 二进制代码，被除数据存储地址为 R0100，除数为 3。除法运算结果输出地址为 R0102，如果除法运算出现错误，报警信号输出地址为 R0000. 0。

除法运算结果，余数写入 R9002 和 R9003 中。

实例：如图 3-134 ~ 图 3-136 所示。

D0100中的数据除以D0102中的数据，结果存储到D0104中

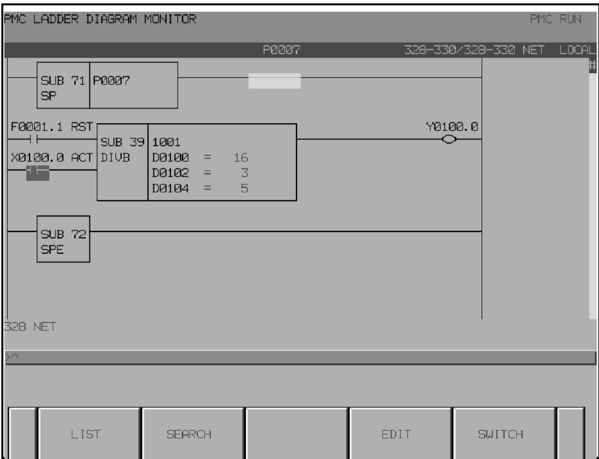


图 3-134　DIVB 指令程序执行实例

相除之后，商存储到D0104中

从PMC诊断画面观察除数、被除数、商

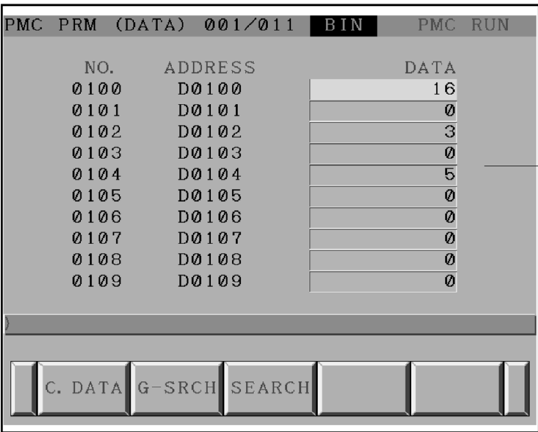


图 3-135　在 D 地址中诊断 DIVB 指令运算结果

余数1存储到R9002中

当D0100中的数值除以D0102中的数值有余数时，余数被存储到R9002和R9003中

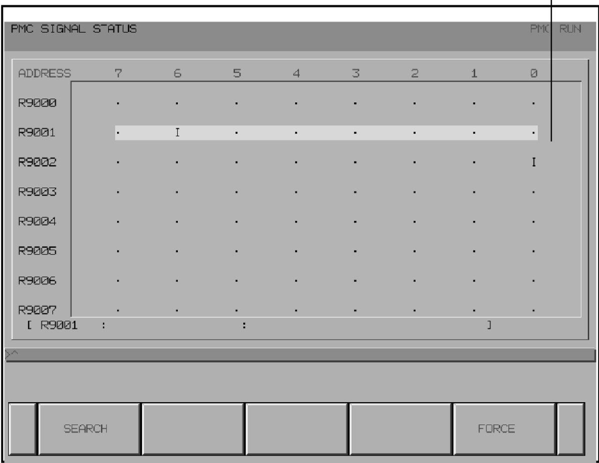


图 3-136　余数存放在 R9002 中

3.2.45　功能指令 47：BCD 码常数赋值 NUME（SUB23）

1. 功能

定义 2 位 BCD 码或 4 位 BCD 码的常数。

2. 符号

如图 3-137 所示。

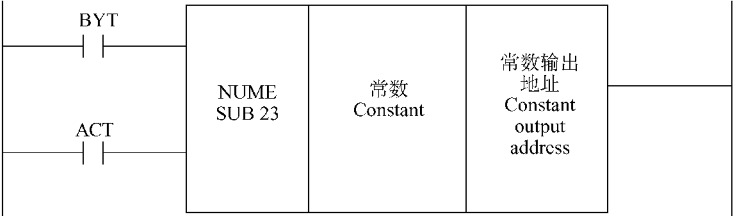


图 3-137　功能指令 NUME 格式

3. 参数设定

BYT 指定数据位数：BYT = 0 时被处理数据为 2 位 BCD 码，BYT = 1 时被处理数据为 4 位 BCD 码。

ACT 触发信号：ACT = 0 时不执行常数赋值 NUME 指令，ACT = 1 时执行常数赋值 NUME 指令。

4. 用法

例如：将常数 12 的 BCD 码写入 R0100 存储器中，程序如图 3-138 所示。

程序执行结果为，用 BCD 码将常数 12 写入 R0100 中，程序执行结果是 R0100 = 00010010（BCD 码 = 12）。

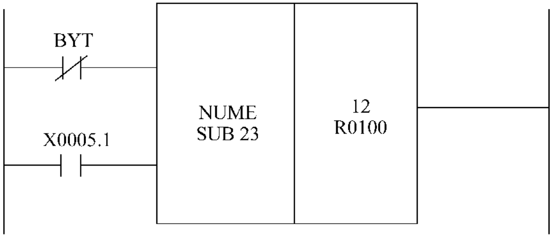


图 3-138　功能指令 NUME 实例

3.2.46　功能指令 48：二进制代码常数赋值 NUMEB（SUB40）

1. 功能

定义 1B、2B、4B 长的二进制形式的常数。

2. 符号

如图 3-139 所示。

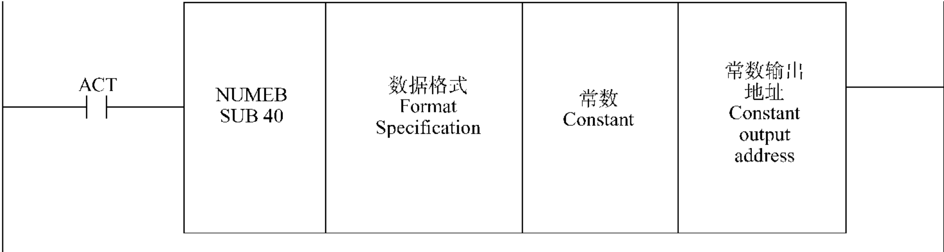


图 3-139　功能指令 NUMEB 格式

3. 参数设定

数据格式	1	1B
	2	2B
	4	4B

4. 用法

例如：将常数 12 的二进制代码写入存储器 R0100 中，程序如图 3-140 所示。

程序运行结果：

将常数 12 的二进制代码写入 R0100 后，R0100 的状态为 R0100＝00001100。

常数 12 的二进制代码为 1B 数据。

实例：如图 3-141 所示。

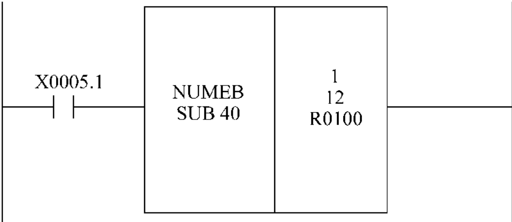
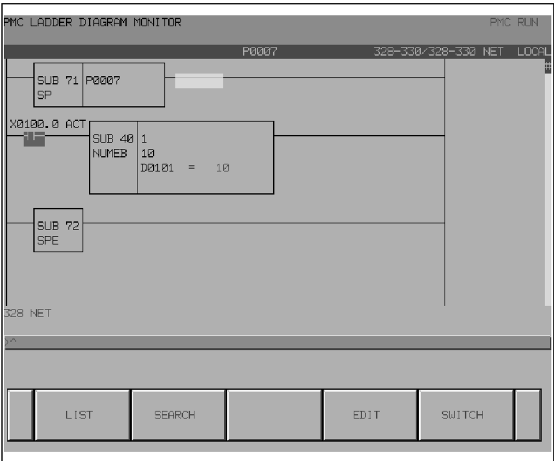


图 3-140 功能指令 NUMEB 实例

当X0100.0置1后，将1B长的常数10(D)赋给D0101，相当于把常数10存储到D0101中



在数据表观察如下：这里需要说明的是，在数据表和梯形图中显示的数据不是二进制的，为了方便使用者，在界面显示时，均转换成十进制显示，但内部的代码转换实际上是二进制的

D0101=10

PMC PRM (DATA) 001/011 BIN PMC RUN

NO.	ADDRESS	DATA
0100	D0100	0
0101	D0101	10
0102	D0102	0
0103	D0103	0
0104	D0104	0
0105	D0105	0
0106	D0106	0
0107	D0107	0
0108	D0108	0
0109	D0109	0

C. DATA G-SRCH SEARCH

图 3-141 执行 NUMEB 指令将 10 送入 D0101 中

3.2.47　功能指令49：信息显示 DISPB（SUB41）

1. 功能

将梯形图提示信息或报警显示到控制系统 CRT（阴极射线管）显示器或 LCD（液晶显示器）上。

2. 符号

如图3-142所示。

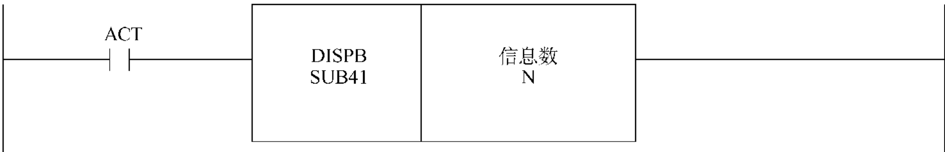


图3-142　功能指令 DISPB 格式

3. 参数设定

ACT=1时执行信息显示，信息数表示下面显示的信息或报警条数。

4. 用法

例如：最多显示50条报警信息，结合后面信号触发梯形图（见图3-143）。

R0600.0触发 A0000.0 报警线圈，R0600.1 触发 A0000.1 报警线圈，R0600.2 触发 A0000.2 报警线圈。

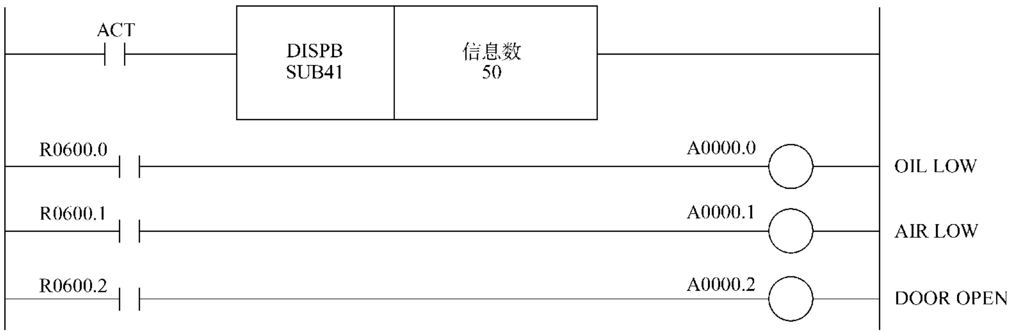


图3-143　报警信息 PMC 程序

当 R0600.1 触发时，A0000.1 接通，自动调用 DISPB 信息表内容，显示报警信息如图3-144所示。

报警信息表如图3-145所示。

显示以及编辑报警信息表的操作方法如下：

1）按下系统键 SYSTEM，然后按下 PMC 功能键。

2）选择 PMC 功能键菜单中的 EDIT 功能键，会出现如图3-146所示的画面。

3）选择 MESSAGE 功能键，会出现图3-145所示信息表，并可直接编辑。



图 3-144 PMC 报警信息显示

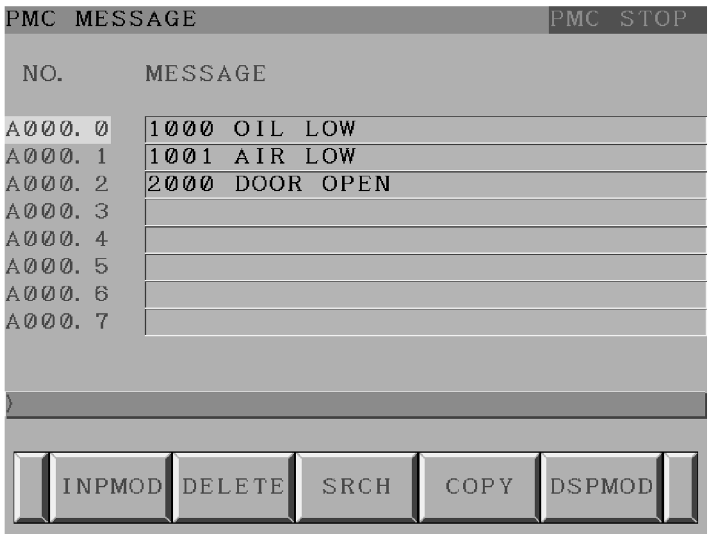


图 3-145 PMC 报警信息表

参照图 3-145，MESSAGE 中的内容分两部分：一部分是 PMC 报警信息号；另一部分，即空格之后是报警信息（激活报警地址后，在显示屏上显示的文字信息）。

报警信息号又可进行分类，编辑使用不同的号段，PMC 报警之后 CNC 状态将不同，见表 3-17。

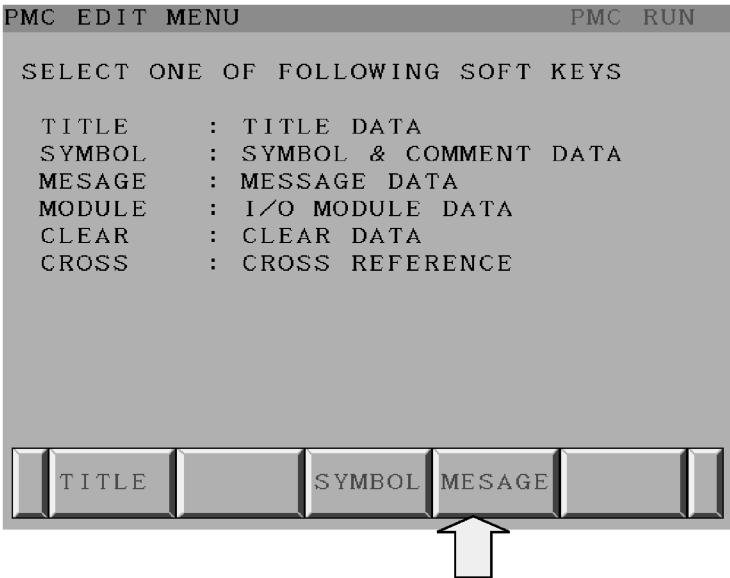


图 3-146　PMC 信息表编辑

表 3-17　报警信息分类

信息号	CNC 画面	显示内容
1000～1999	报警画面（第一路径侧）	报警信息
2000～2099	操作信息画面	操作信息
2100～2999		操作信息（信息号不显示）
5000～5999	报警画面（第二路径侧）	报警信息 1）CNC 第二路径侧处于报警状态 2）所显示的信息号为指定的信息号减 4000
7000～7999	报警画面（第三路径侧）	报警信息 1）CNC 第三路径侧处于报警状态 2）所显示的信息号为指定的信息号减 6000

3.2.48　功能指令 50：外部数据输入 EXIN（SUB42）

1. 功能

外部数据输入：外部刀具补偿、外部信息功能、外部程序号检索、外部工件坐标偏移、外部机械原点偏移。

2. 符号

如图 3-147 所示。

3. 参数设定及地址分配

控制数据格式如图 3-148 所示。

控制数据与传输内容的对应关系见表 3-18。

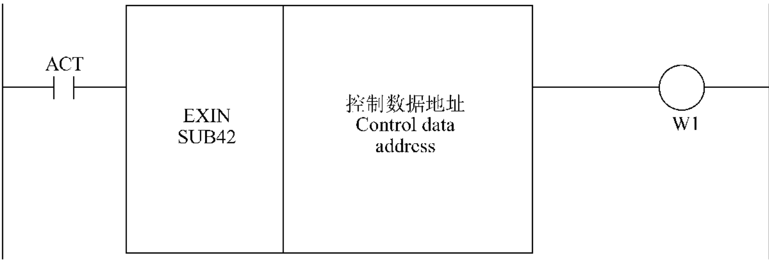


图 3-147　功能指令 EXIN 格式

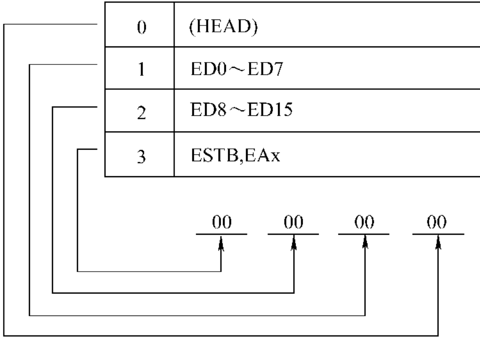


图 3-148　控制数据格式

表 3-18　控制数据与传输内容对照表

功　　能	ESTB，EAx	ED0 ~ ED15
外部程序号检索	1000 xxxx	程序号（4 位 BCD 码）
外部刀具补偿	1001 xxxx	补偿量（带符号 4 位 BCD 码）
外部工件坐标偏移	1010 轴	偏移量（带符号 4 位 BCD 码）
外部机床坐标偏移	1011 轴	偏移量（BIN 0 ~ ±9999）
置入所需零件数	1110 0000	所要数量（4 位 BCD 码）
置入加工零件数	1110 0001	加工数量（4 位 BCD 码）

表 3-18 中轴代码定义如下：

轴序号	EAx 代码定义
第 1 轴	0000
第 2 轴	0001
第 3 轴	0010
⋮	⋮
第 8 轴	0111

3. 2. 49　功能指令 51：CNC 数据读取 WINDR（SUB51）

1. 功能

窗口数据读入，可读取机床位置、报警状态、刀具寿命数据等。

2. 符号

如图 3-149 所示。

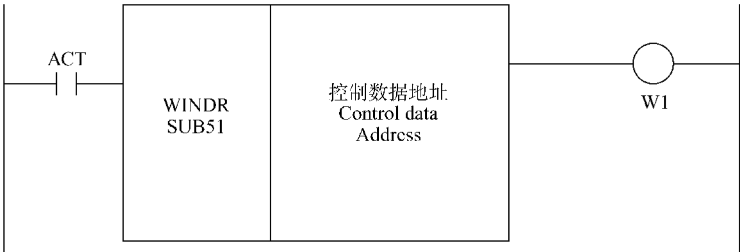


图 3-149　功能指令 WINDR 格式

3. 参数设定及地址分配

ACT	0	窗口读数据无效
	1	窗口读数据执行
W1	0	窗口读数据复位，表明 WINDR 指令没有执行或没有执行完成
	1	窗口读数据完成
R9000 bit 0	0	—
操作输出寄存器	1	执行窗口读数据过程中出错（WINDR error 位输出）

4. 用法

如图 3-150 所示。

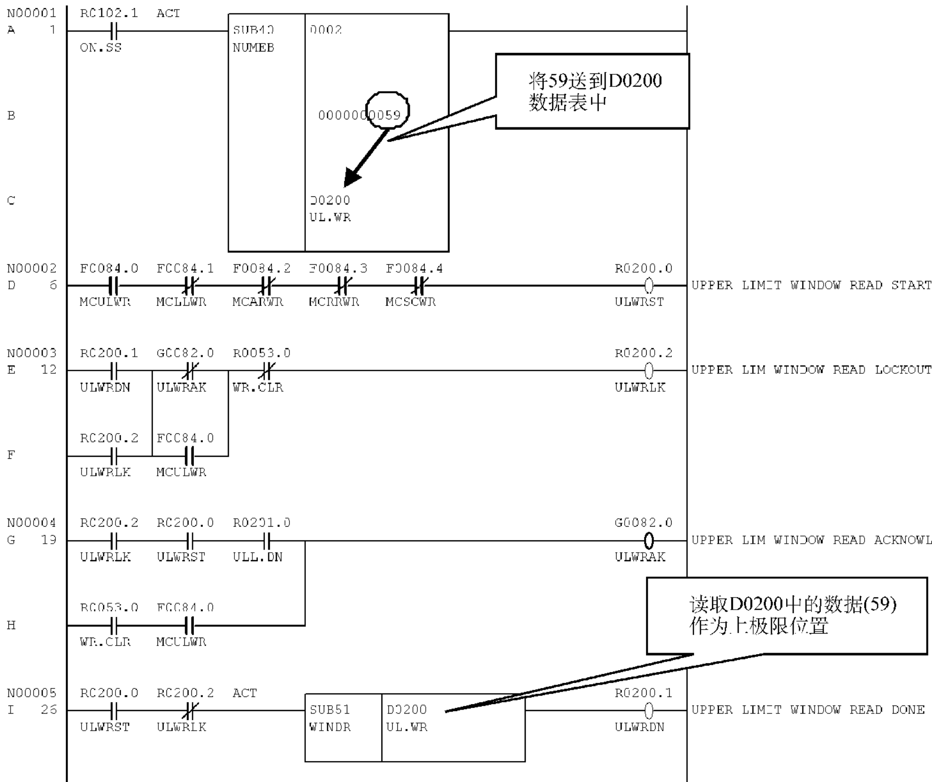


图 3-150　WINDR 读取上极限坐标数据

3.2.50　功能指令 52：CNC 数据写入 WINDW（SUB52）

1. 功能

可写入用户宏变量、参数等。

2. 符号

如图 3-151 所示。

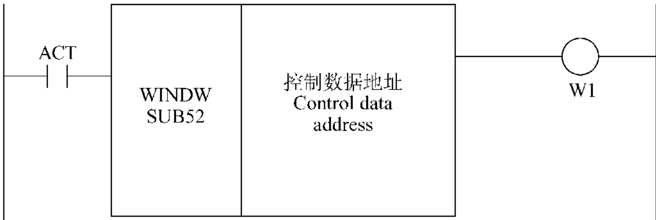


图 3-151　功能指令 WINDW 格式

3. 参数设定及地址分配

ACT	0	窗口写数据无效
	1	窗口写数据执行
W1	0	窗口写数据复位，表明 WINDW 指令没有执行或没有执行完成
	1	窗口写数据完成
R9000 bit 0 操作输出寄存器	0	—
	1	执行窗口写数据过程中出错（WINDW error 位输出）

3.2.51　功能指令 53：前沿检测 DIFU（SUB57）

1. 功能

读取输入信号的前沿，扫描到上升沿后，输出即为“1”，该功能仅限于 SB5/6/7 以上版本使用，SA1 版本不适用。

2. 符号

如图 3-152 所示。

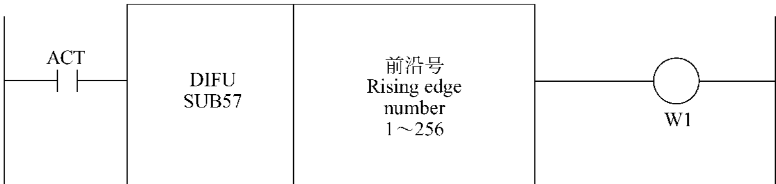


图 3-152　功能指令 DIFU 格式

3. 参数设定

前沿号（1 ~ 256）指定进行前沿检测的作业区号，其他前沿/后沿检测和号重复时，不能进行正确检测。

4. 用法

例如：其 PMC 程序如图 3-153 所示。

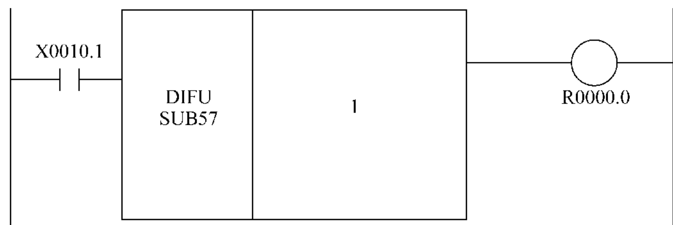


图 3-153　DIFU 程序实例

程序执行过程如图 3-154 所示。

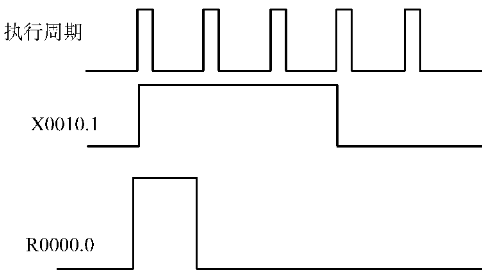


图 3-154　DIFU 程序执行时序示例

上升沿的产生可理解为，仅当开关或按钮由接通状态的一瞬间 PMC 发出一个接通脉冲信号，使 R1000. 1 接通一瞬间。

当 PMC 发出接通脉冲信号后，即使 X0100. 0 断开，R1000. 4 信号也已经互锁，保持常闭，除非按下复位（RESET）按钮。这一功能用于开关的防抖动设计。

具体梯形图如图 3-155 所示。

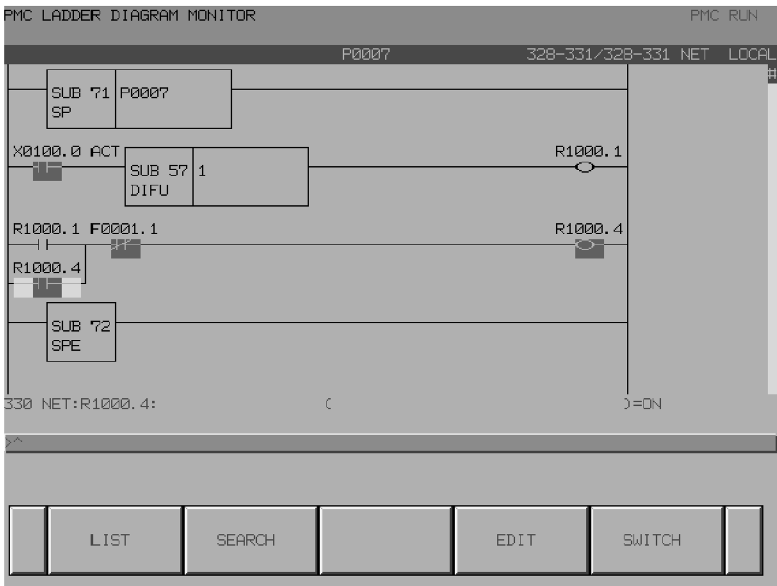


图 3-155　DIFU 程序用于开关的防抖动

3.2.52　功能指令 54：后沿检测 DIFD（SUB58）

1. 功能

读取输入信号的后沿，扫到下降沿后输出即为 1，该功能仅限于 SB5/6/7 以上版本使用，SA1 版本不适用。

2. 符号

如图 3-156 所示。

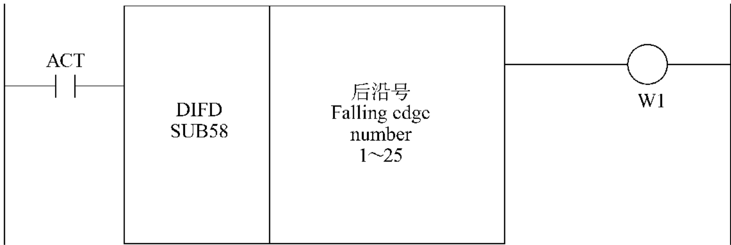


图 3-156　功能指令 DIFD 格式

3. 参数设定

后沿号（1～256）指定进行后沿检测的作业区号，其他前沿/后沿检测和号重复时，不能进行正确检测。

4. 用法

例如：其 PMC 程序如图 3-157 所示。

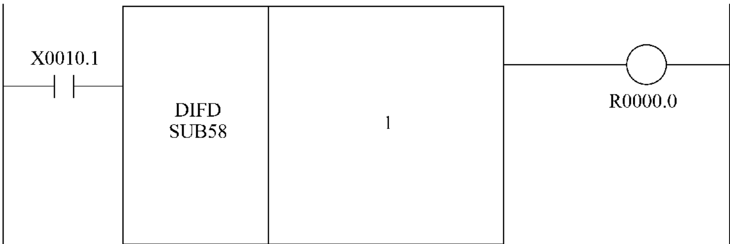


图 3-157　DIFD 程序实例

程序运行时序如图 3-158 所示。

下降沿的产生可理解为，仅当开关或按钮由接通状态到断开的一瞬间 PMC 发出一个断开脉冲信号，使 R1000.1 接通一次。

当 R1000.1 发出触发（输出）脉冲信号后，即使 X0100.0 断开，R1000.4 也互锁保持。

最终结果为，当 X0100.0 由接通状态到断开的一瞬间，R1000.4 接通一次。该电路用于开关的断开不抖动，如图 3-159 所示。

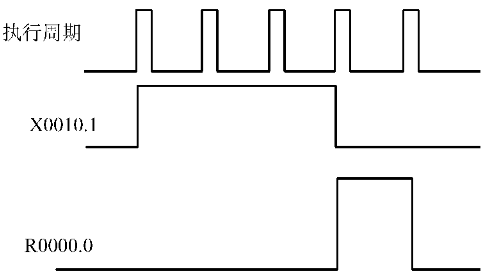


图 3-158　DIFD 程序执行时序示例

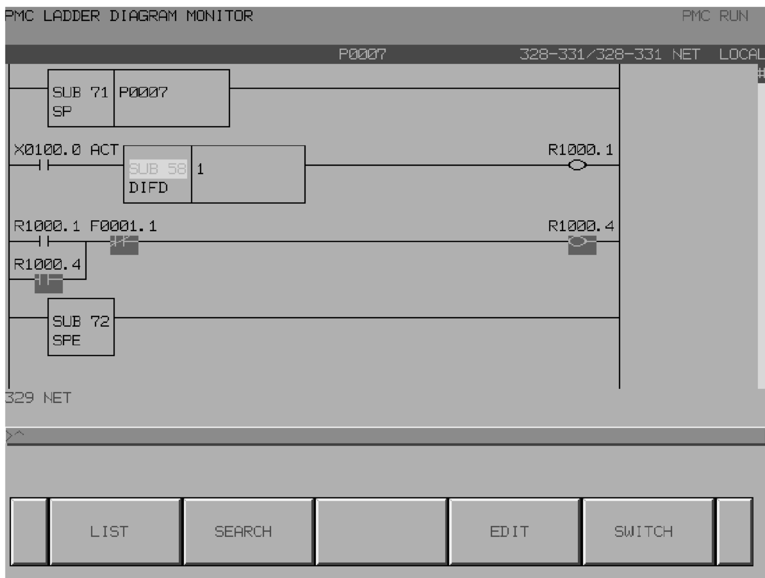


图 3-159　DIFD 程序执行开关断开实例

3.2.53　功能指令 55：异或 EOR（SUB59）

1. 功能

对地址与地址或地址与常数进行异或运算，并把运算结果写入输出地址。

2. 符号

如图 3-160 所示。

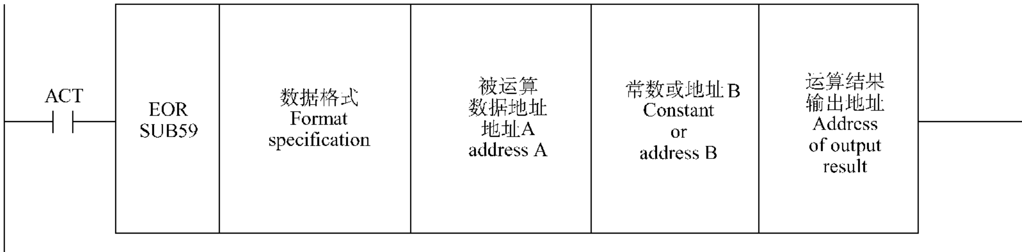


图 3-160　功能指令 EOR 格式

3. 参数设定

ACT 触发信号：ACT=0 时不执行 EOR 指令，ACT=1 时执行 EOR 指令。

数据格式：用 4 位二进制代码表示被处理数据格式，如图 3-161 所示。

功能指令 EOR 仅适用于 PMC－SB5/6/7 以上版本，不适用于 PMC－SA1 版本。

4. 真值表

EOR 运算逻辑真值表见表 3-19。

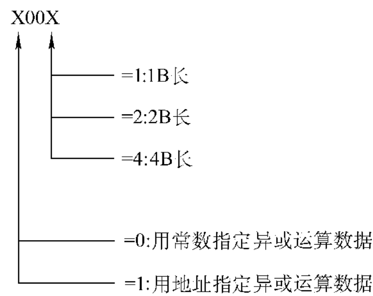


图 3-161 EOR 运算被处理数据格式设定

表 3-19 EOR 运算逻辑真值表

A	B	EOR
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

5. 用法

例如：PMC 程序如图 3-162 所示。

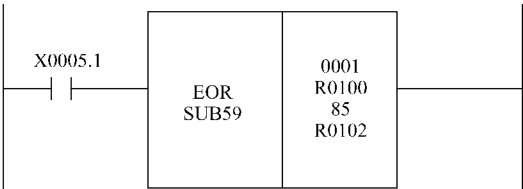


图 3-162 EOR 程序实例

程序执行结果见表 3-20。

表 3-20 EOR 程序实例执行结果

R0100	1	1	1	0	0	0	1	1
运算数据	1	0	0	0	0	1	0	1
R0102	0	1	1	0	0	1	1	0

实例：格式为 1001，用地址指定运算数据，将 D0045 中的数据和 D0046 中的数据异或运算后，将结果存储到 D0047 中，运行结果如图 3-163 和图 3-164 所示。

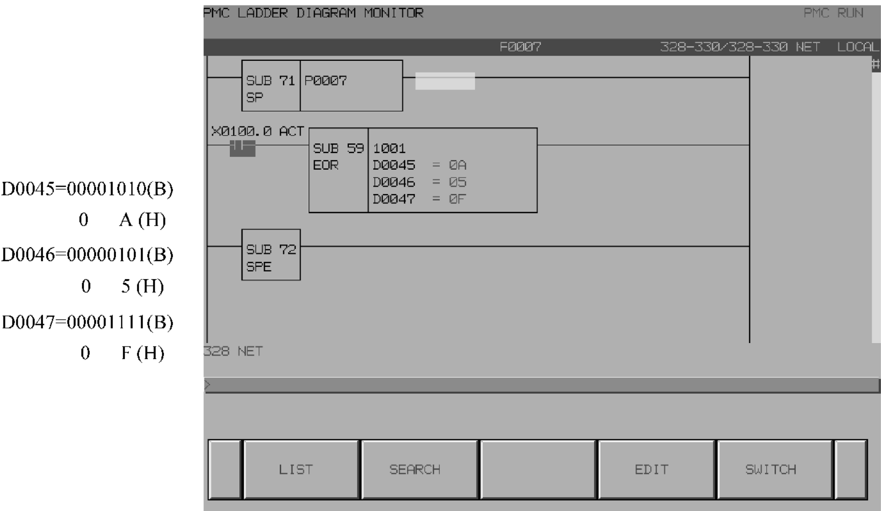


图 3-163 SUB59 EOR 运算实例

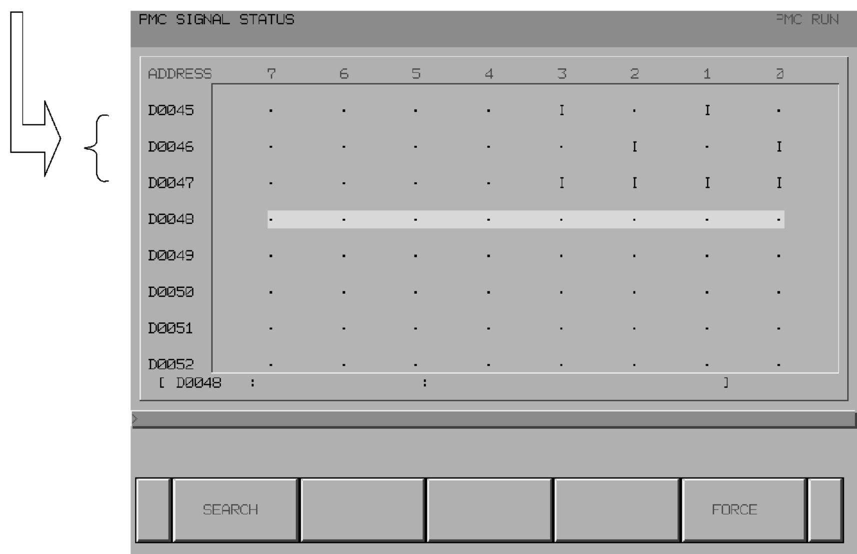


图 3-164　从诊断画面观察运行结果

3. 2. 54　功能指令 56：逻辑与 AND（SUB60）

1. 功能

对地址与地址或地址与常数进行逻辑与运算，并把运算结果写入输出地址。

2. 符号

如图 3-165 所示。

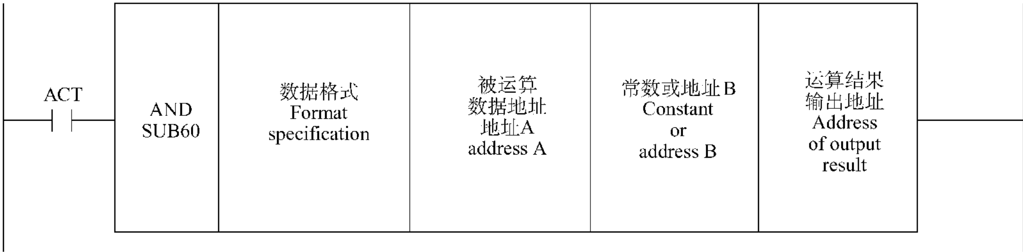


图 3-165　功能指令 AND 格式

3. 参数设定

ACT 触发信号：ACT＝0 时不执行 AND 指令，ACT＝1 时执行 AND 指令。

数据格式：用 4 位二进制代码表示被处理数据格式，如图 3-166 所示。

功能指令 AND 仅适用于 PMC－SB5/6/7 以上版本，不适用于 PMC－SA1 版本。

4. 真值表

AND 运算逻辑真值表见表 3-21。

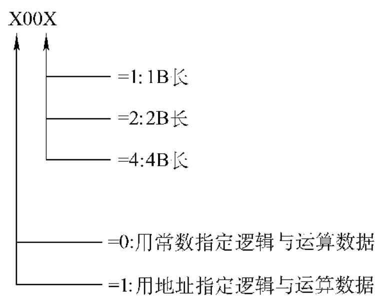


图 3-166　AND 运算被处理数据格式设定

表 3-21　AND 运算逻辑真值表

A	B	AND
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

5. 用法

例如：其 PMC 程序如图 3-167 所示。

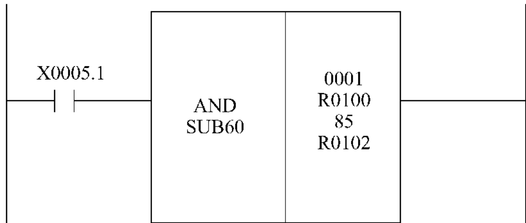


图 3-167　AND 程序实例

程序执行结果见表 3-22。

表 3-22　AND 程序实例执行结果

R0100	1	1	1	0	0	0	1	1
运算数据	1	0	0	0	0	1	0	1
R0102	1	0	0	0	0	0	0	1

3.2.55　功能指令 57：逻辑或 OR（SUB61）

1. 功能

对地址与地址或地址与常数进行逻辑或运算，并把运算结果写入输出地址。

2. 符号

如图 3-168 所示。

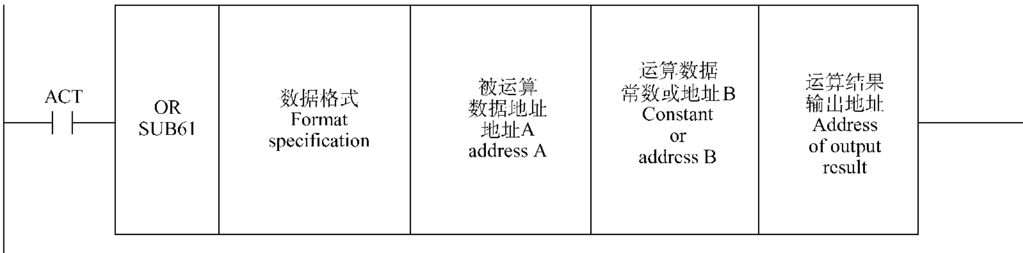


图 3-168　功能指令 OR 格式

3. 参数设定

ACT 触发信号：ACT = 0 时不执行 OR 指令，ACT = 1 时执行 OR 指令。

数据格式：用 4 位二进制代码表示被处理数据格式，如图 3-169 所示。

功能指令 AND 仅适用于 PMC – SB5/6/7 以上版本，不适用于 PMC – SA1 版本。

4. 真值表

OR 运算逻辑真值表见表 3-23。

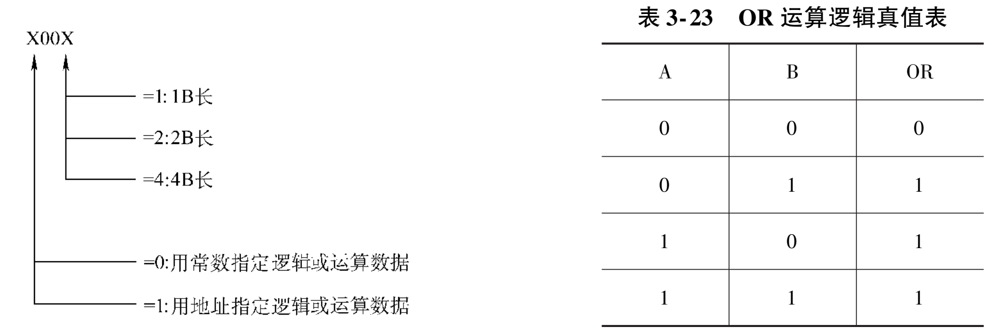


图 3-169　OR 运算被处理数据格式设定

表 3-23　OR 运算逻辑真值表

A	B	OR
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

5. 用法

例如：其 PMC 程序如图 3-170 所示。

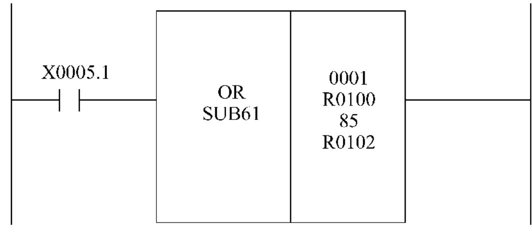


图 3-170　OR 程序实例

程序执行结果见表 3-24。

表 3-24　OR 程序实例执行结果

R0100	1	1	1	0	0	0	1	1
运算数据	1	0	0	0	0	1	0	1
R0102	1	1	1	0	0	1	1	1

3.2.56　功能指令 58：逻辑非 NOT（SUB62）

1. 功能

对被指定地址的二进制数据进行逻辑非运算（把 0 或 1 翻转），并把运算结果写入输出地址。

2. 符号

如图 3-171 所示。



图 3-171　功能指令 NOT 格式

3. 参数设定

ACT 触发信号：ACT＝0 时不执行 NOT 命令，ACT＝1 时执行 NOT 命令。

数据格式：用 4 位二进制代码表示被处理数据格式，如图 3-172 所示。

功能指令 AND 仅适用于 PMC－SB5/6/7 以上版本，不适用于 PMC－SA1 版本。

4. 真值表

NOT 运算逻辑真值表见表 3-25。

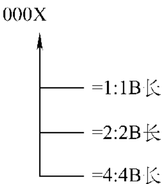


图 3-172　NOT 运算被处理数据格式设定

表 3-25　NOT 运算逻辑真值表

A	NOT
0	1
1	0

5. 用法

例如：其 PMC 程序如图 3-173 所示。

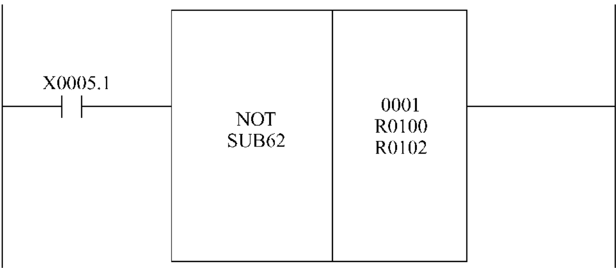


图 3-173　NOT 程序实例

程序执行结果见表 3-26。

表 3-26　NOT 程序实例执行结果

R0100	1	1	1	0	0	0	1	1
R0102	0	0	0	1	1	1	0	0

实例：如图 3-174 所示。

格式为0001,
R1300=00000000(B)
将R1300中的数据进行逻辑非运算后，结果输出到R1425中
R1425=11111111(B)
FF (H)

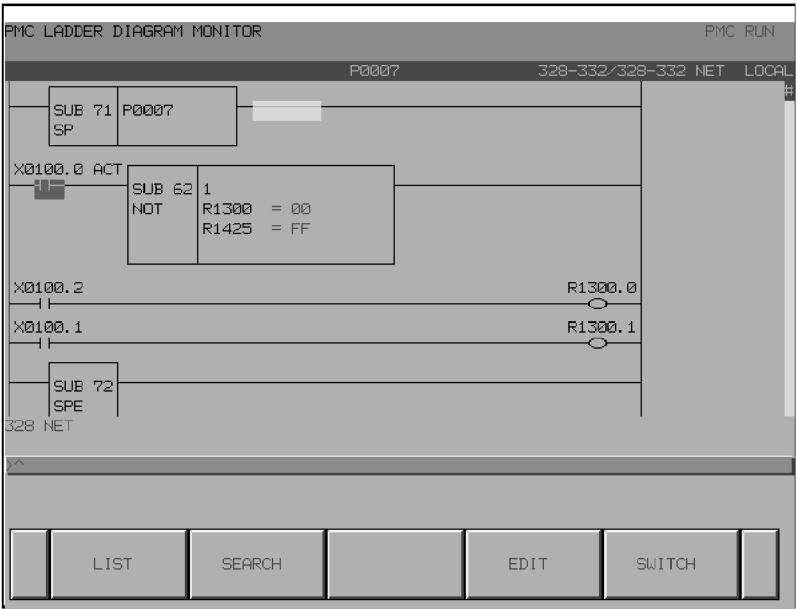


图 3-174　SUB62 将 00 进行非运算

3.2.57　功能指令 59：程序结束 END（SUB64）

1. 功能

功能指令 END 表明梯形图程序的结束。在梯形图程序的最后必须写 END 指令，该指令仅适用于 PMC－SB5/6/7 以上版本，不适用于 PMC－SA1 版本。

2. 符号

如图 3-175 所示。

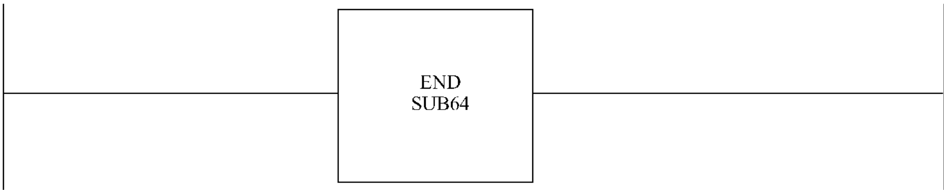


图 3-175　功能指令 END 格式

3. 用法

实例：如图 3-176 所示。

END 功能指令写入在 GLOBAL 中，如图 3-177 所示。

3.2.58　功能指令 60：有条件子程序调出 CALL（SUB65）

1. 功能

ACT＝1 时转移到被指定的子程序号，该指令仅适用于 PMC－RA3/RB3 以及 SB5 以上版本，不适用于 PMC－SA1 版本。

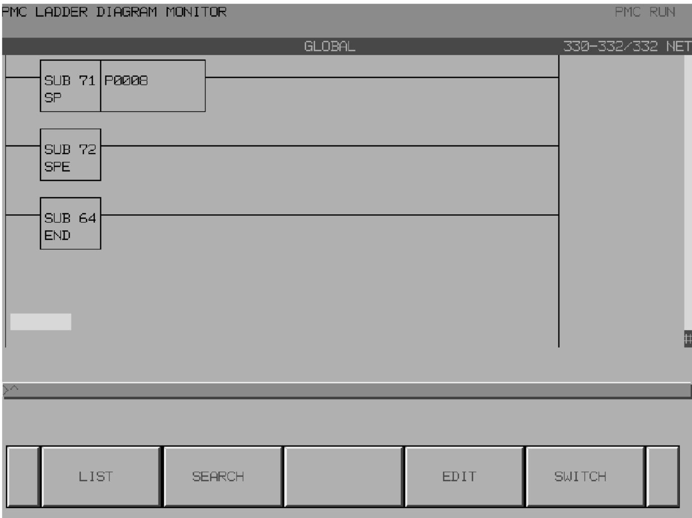


图 3-176　功能指令 END 实例

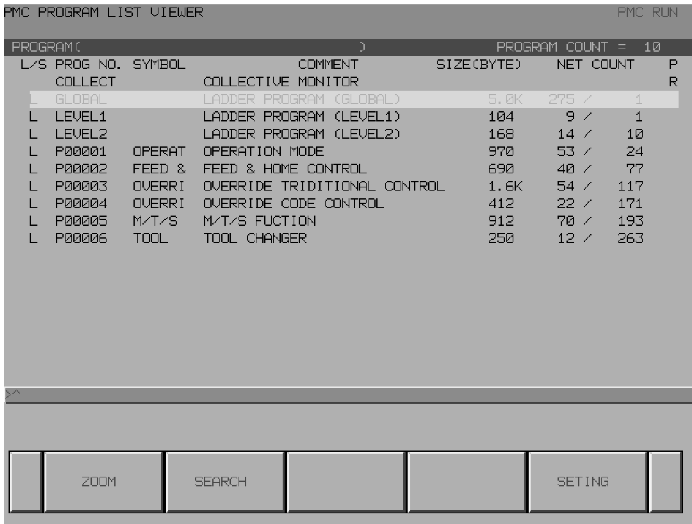


图 3-177　END 功能指令写入在 GLOBAL 中

2. 符号

如图 3-178 所示。

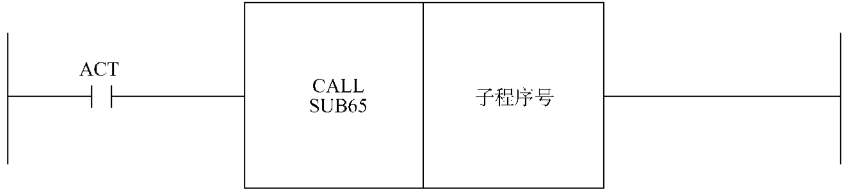


图 3-178　功能指令 CALL 格式

3. 参数设定

ACT＝1 时调出被指定的子程序。不同的系统，允许被调出的子程序号码范围有所不同：

1）对于 PMC－RA3/RB3/RC3 为 P1～P512；

2）对于 PMC－RB4/RB6/RC4 为 P1～P2000。

4. 用法

例如：当 R0000.0＝1 时，调出子程序 P3。PMC 程序如图 3-179 所示。

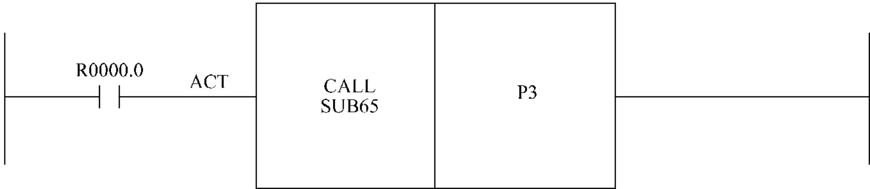


图 3-179　CALL 程序实例

LEVEL1 为一级程序，LEVEL2 为二级程序。编写调出子程序功能指令时，一般在 LEVEL2 当中。P0001～P0008 为子程序，如图 3-180 所示。

PMC PROGRAM LIST VIEWER　　PMC RUN

PROGRAM(　　)　　PROGRAM COUNT = 12

L/S	PROG NO.	SYMBOL	COMMENT	SIZE(BYTE)	NET COUNT	P
	COLLECT		COLLECTIVE MONITOR			R
L	GLOBAL		LADDER PROGRAM (GLOBAL)	6.1K	335 / 1	
L	LEVEL1		LADDER PROGRAM (LEVEL1)	112	9 / 1	
L	LEVEL2		LADDER PROGRAM (LEVEL2)	136	11 / 10	
L	P00001	OPERAT	OPERATION MODE	1.6K	79 / 21	
L	P00002	FEED &	FEED & HOME CONTROL	810	53 / 100	
L	P00003	OVERRI	OVERRIDE TRIDITIONAL CONTROL	1.6K	54 / 153	
L	P00004	OVERRI	OVERRIDE CODE CONTROL	428	21 / 207	
L	P00005	M/T/S	M/T/S FUCTION	1.2K	87 / 228	
L	P00006	TOOL	TOOL CHANGER	260	13 / 315	
L	P00007			24	4 / 328	
L	P00008			42	3 / 332	

ZOOM　SEARCH　SETING

图 3-180　子程序列表

只有启动调出子程序功能指令后，子程序中的程序才能够执行，如果没有启动调出子程序功能指令，那么子程序当中某些程序段即使条件满足也不会执行。如图 3-181 所示，子程序激活时的状态，P0001～P0003 被激活，而 P0004 没有被激活，所以 P0004 子程序不工作。

3.2.59　功能指令 61：无条件子程序调出 CALLU（SUB66）

1. 功能

无条件转移到指定的子程序号，该指令仅适用于 PMC－RA3/RB3 以及 SB5 以上版本，不适用于 PMC－SA1 版本。

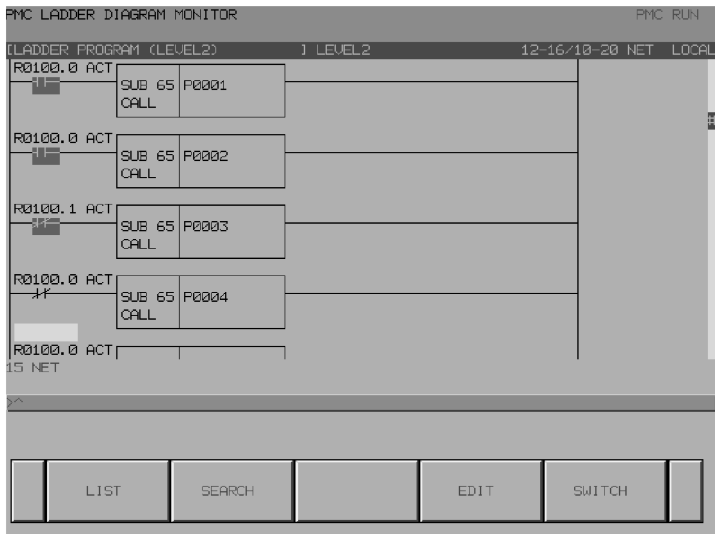


图 3-181　子程序被激活方可生效

2. 符号

如图 3-182 所示。

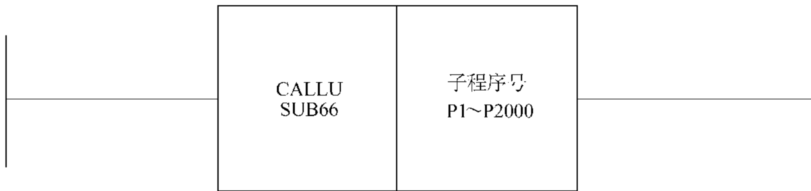


图 3-182　功能指令 CALLU 格式

3. 参数设定

不同的系统，允许被调出的子程序号码范围有所不同：

1）对于 PMC－RA3/RB3/RC3 为 P1～P512；

2）对于 PMC－RB4/RB6/RC4 为 P1～P2000。

4. 用法

例如：无条件调出子程序 P4，PMC 程序如图 3-183 所示。

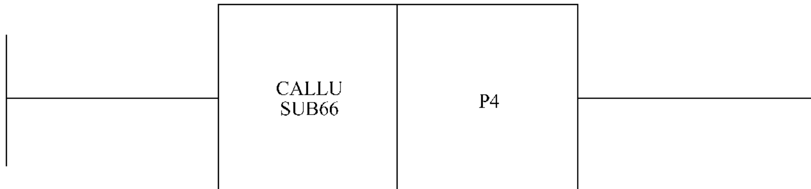


图 3-183　CALLU 程序实例

3.2.60　功能指令 62：子程序开始 SP（SUB71）

1. 功能

指示子程序的开始，该指令仅适用于 PMC－RA3/RB3 以及 SB5 以上版本，不适用于

PMC－SA1 版本。

2. 符号

如图 3-184 所示。

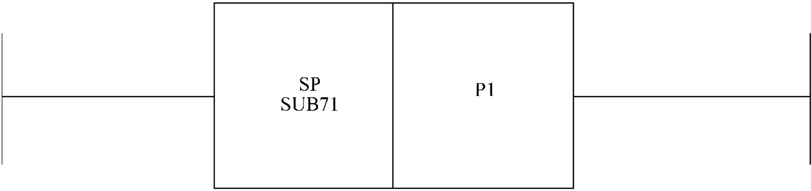


图 3-184　功能指令 SP 格式

3. 参数设定

子程序开始指令 SUB71，必须与子程序结束指令与 SUB72 组合使用。不同的系统，有效子程序号范围有所不同：

1）对于 PMC－RA3/RB3/RC3 为 P1～P512；

2）对于 PMC－RB4/RB6/RC4 为 P1～P2000。

3.2.61　功能指令 63：子程序结束 SPE（SUB72）

1. 功能

指示子程序的结束，该指令仅适用于 PMC－RA3/RB3 以及 SB5 以上版本，不适用于 PMC－SA1 版本。

2. 符号

如图 3-185 所示。

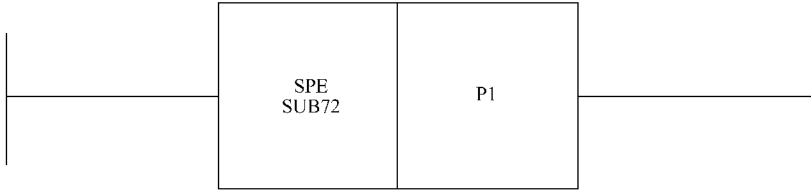


图 3-185　功能指令 SPE 格式

3. 参数设定

子程序结束指令 SUB72，必须与子程序开始指令 SUB71 组合使用。不同的系统，有效子程序号范围有所不同：

1）对于 PMC－RA3/RB3/RC3 为 P1～P512；

2）对于 PMC－RB4/RB6/RC4 为 P1～P2000。

SUB53AXCTL PMC 轴控制属于 I/O LINK 轴控制，涉及 LINK 控制和轴控制内容，由于篇幅所限，本书暂不给予技术描述。

SUB70 NOP 属于 NB6 版本功能，一般仅在 FANUC 15i 系统中使用，国内很少见，故也限于篇幅，本书暂不叙述。

第 4 章　典型接口信号说明

4.1　急停信号

1. 概述

当机床出现紧急情况时，激活此信号，伺服切断动力电源、系统停止运动指令，机床处于安全状态。

2. 信号

*EMG（G0008.4 和 X0008.4），低电平有效（当该信号为低电平（0）时，处于急停状态）。急停按钮控制电路如图 4-1 所示。

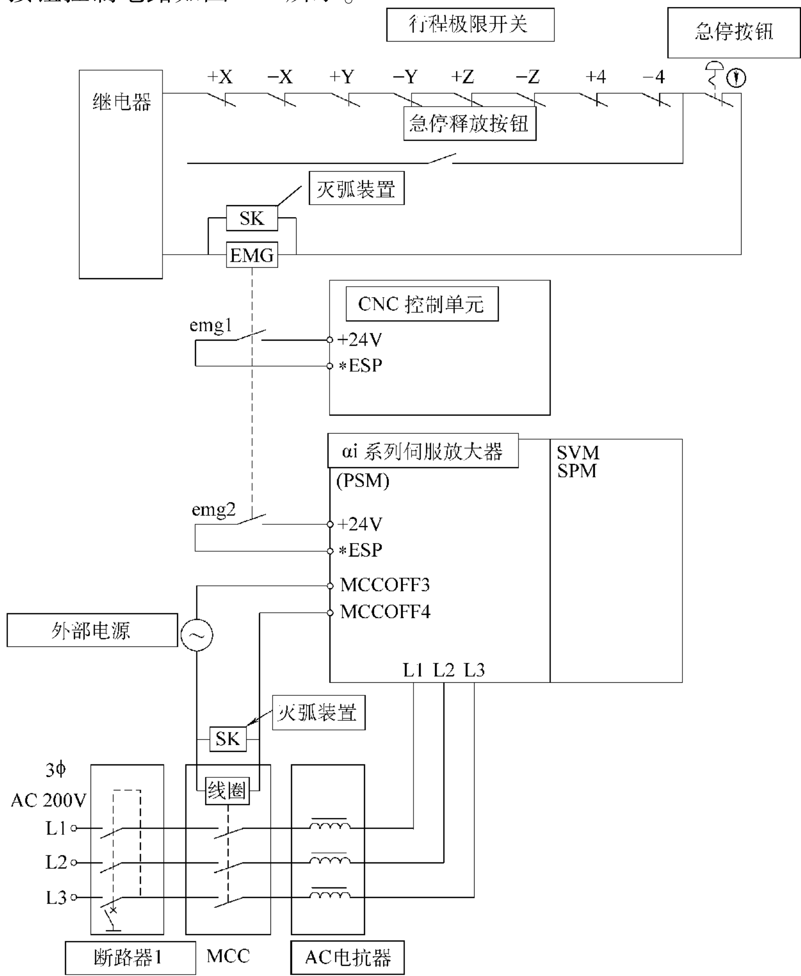


图 4-1　急停按钮控制电路

PSM—电源模块　SVM—伺服放大器模块　SPM—主轴放大器模块

从图4-1可以了解到，一般紧急停止信号是由“紧急停止开关”和“各轴超程开关”串联的，在这个串联回路中还串接着一个24V继电器线圈，继电器的触点控制如下：

1）CNC系统；

2）驱动放大器回路；

3）其他重要设备。

上面所谈到的3个输出控制对象中，最关键的是CNC系统，因为这个给到CNC的信号实际上首先要进入PMC进行处理，由PMC处理后再通知CNC。PMC处理急停信号如图4-2所示。

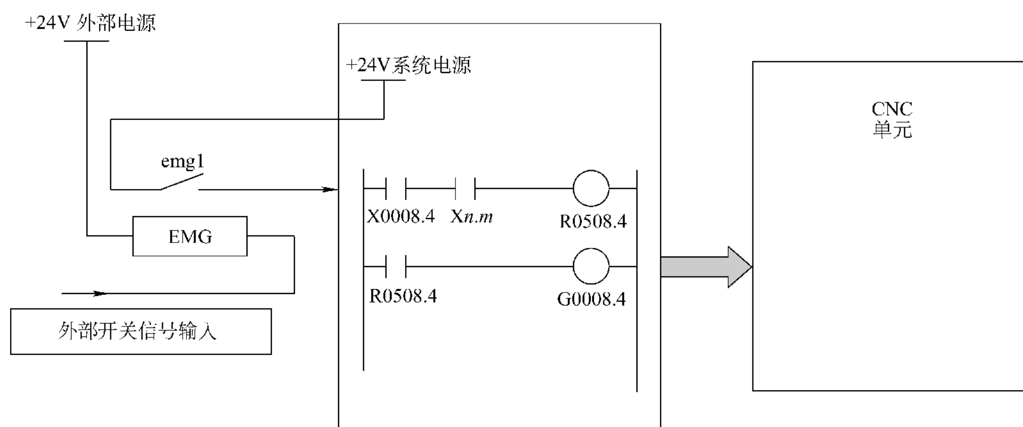


图4-2　PMC处理急停信号示意图

如表2-9常用地址表所示，紧急停止信号的G地址（从PMC侧送给CNC的信号）是G0008.4，即G0008第4位，在PMC程序中，信号地址定义为G0008.4，信号符号为＊EMG，前面的“＊”表示“非”信号——低电平有效。另外，FANUC 0i系列紧急输入信号X地址被FANUC公司定义，X0008.4为紧急信号输入（从机床侧输入到PMC）地址。

摩尔数控坐标磨床紧急停止接法如图4-3所示，在G0008.4之前串联了许多输入信号，其中X0008.4（＊ESP）是紧急停止，X0002.6是测头信号，R0018.7是测头保护中间继电器信号，最后输出到CNC的信号是G0008.4。

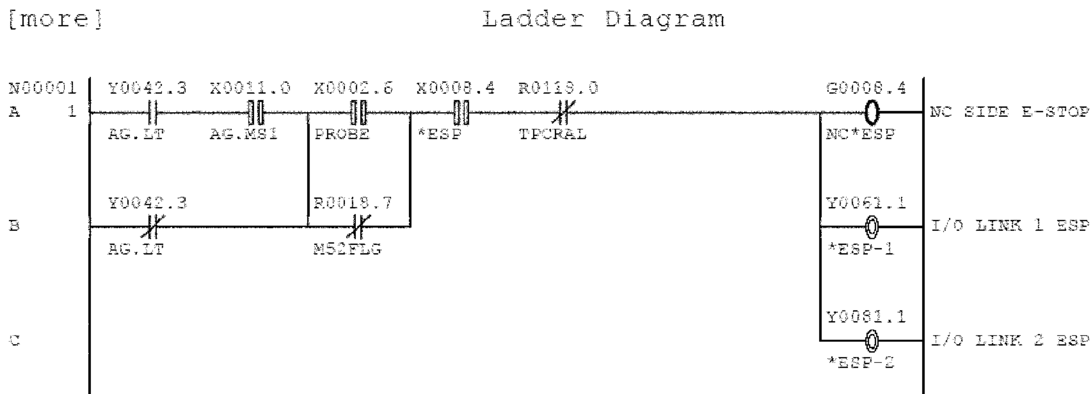


图4-3　摩尔数控坐标磨床急停信号处理程序

4.2　CNC 准备信号和伺服就绪信号

4.2.1　CNC 准备信号

1. 概述

CNC 准备信号表明 CNC 已经准备就绪。

2. 信号

MA〈F001#7〉输出信号。

输出条件：CNC 上电就绪后，该信号置为 1。通常，通电数秒后该信号被置为 1。如果出现系统报警，该信号即为 0。但是，当执行急停或类似操作时，该信号保持为 1。

4.2.2　伺服就绪信号

1. 概述

伺服系统就绪后，SA（伺服准备信号）变为“1”。对于带制动器的轴，输出此信号时解除制动，不输出此信号时表示制动。

2. 信号

SA〈F000#6〉输出信号。

伺服就绪信号 F0.6 的时序图如图 4-4 所示。

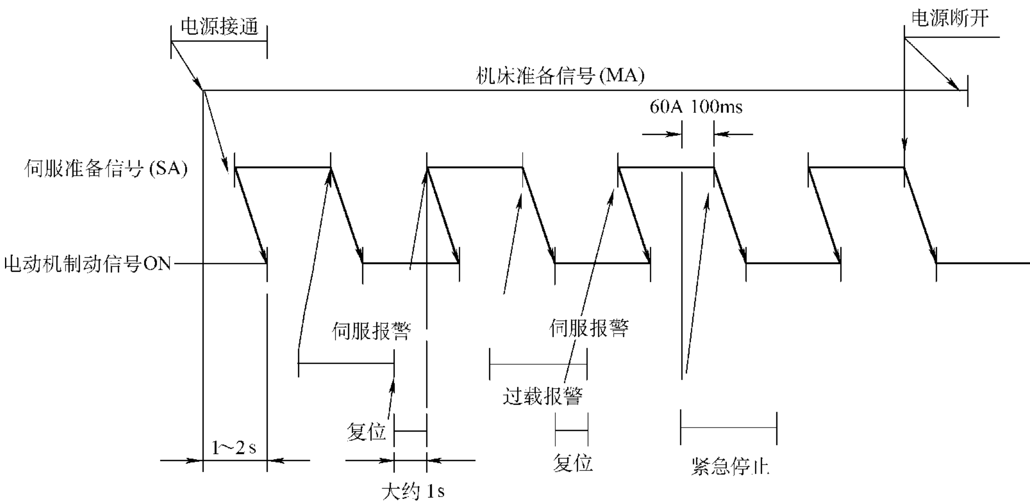


图 4-4　伺服就绪信号 F0.6 的时序图

伺服就绪信号地址如下：

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
F000		SA						

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
F001	MA							

4.3 超程（硬件超程）

1. 概述

系统通过外围接口电路实时监测（硬件）超程开关（自定义的 X 地址）是否“断开”（一般情况下超程信号为常闭信号），并通过 I/O Link 实时将信号传到 PMC 中，在 PMC 中将相应的超程开关地址 X*n*.*m* 转到 G0114.0 ~ G0114.7（正向超程）或 G0116.0 ~ G0116.7（负向超程）中。

2. 信号

G0114 正向超程信号（＊ +L8 ~ ＊ +L1），G0116 负向超程信号（＊ −L8 ~ ＊ −L1），具体如下：

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
G0114	＊ +L8	＊ +L7	＊ +L6	＊ +L5	＊ +L4	＊ +L3	＊ +L2	＊ +L1

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
G0116	＊ −L8	＊ −L7	＊ −L6	＊ −L5	＊ −L4	＊ −L3	＊ −L2	＊ −L1

硬件超程信号使用如图 4-5 所示。

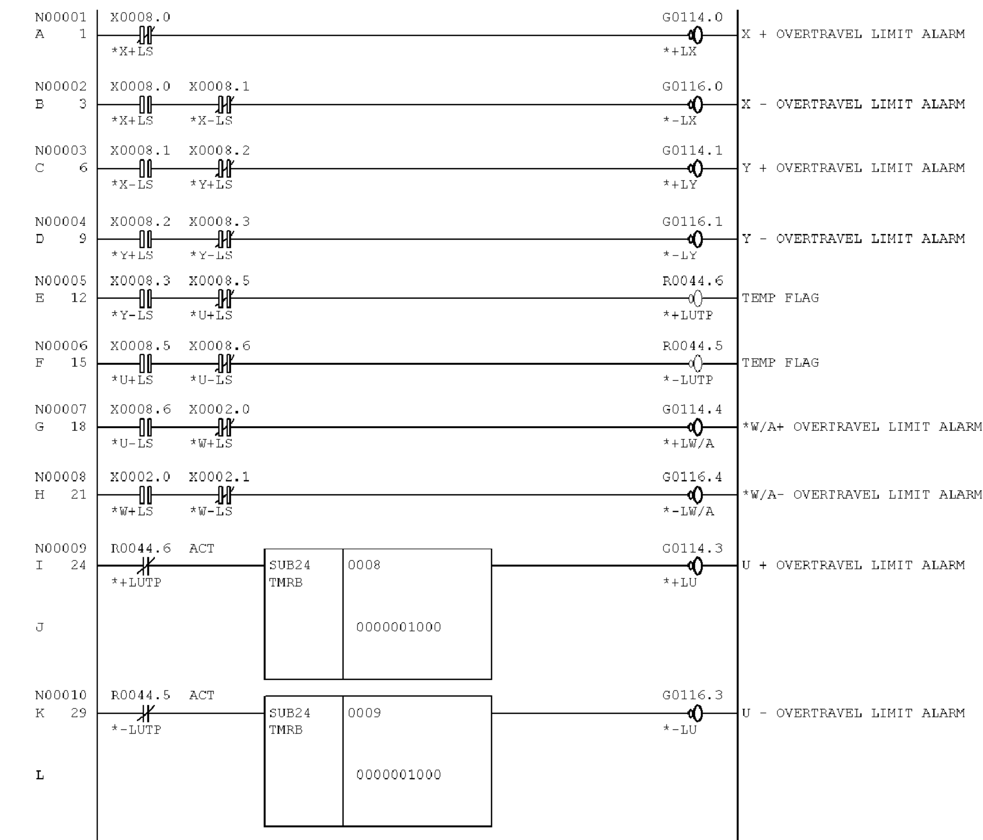


图 4-5 硬件超程信号使用示例

下面参数可以屏蔽（使超程检测无效）超程信号 G0114 正向超程信号（＊＋L8～＊＋L1）和 G0116 负向超程信号（＊－L8～＊－L1）：

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
3004			OTH					

[数据类型] 位。

OTH　是否检测超程信号

0 检测

1 不检测

为了安全起见，应该将该参数设置为 0

4.4　报警

1. 概述

当 CNC 出现报警时，应将报警显示于屏幕上，且报警信号置为 1。

如果存储器后备电池的电压低于规定值，则电池报警信号置为 1。

2. 信号

AL < F001#0 >

[类别] 输出信号。

[功能] 报警信号表明 CNC 处于报警状态，有如下报警显示：

1）TH 报警；

2）TV 报警；

3）P/S 报警；

4）超程报警；

5）过热报警；

6）伺服报警。

[输出条件]

报警信号置为 1：CNC 处于报警状态。

报警信号置为 0：将 CNC 复位即清除报警。

具体如下：

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
3111	NPA							

[数据类型] 位。

NPA 产生报警或输入了操作信息时动作如下：

0：显示器切换至报警或信息画面。

1：显示器不切换至报警或信息画面。

4.5　启动轴锁住信号（相当于西门子公司产品的轴禁止信号）

4.5.1　启动轴锁住信号 STLK <G0007#1>（T ——车床系列）

1. 概述

这些信号禁止机床移动。在移动期间输入了某个这类信号时，刀具移动减速并停止。

2. 信号

［类别］输入信号。

［功能］在自动运行时（存储器或 MDI 操作），该信号禁止机床的任何轴移动。

［动作］STLK 信号为 1 时，轴移动减速停止。

在自动运行时，遇到含有轴的移动指令程序段以前，可连续执行只含有 M、S、T、B 及第 2 辅助功能指令的程序段。遇到含有轴移动指令的程序段后运动停止，且将系统置于自动运行方式（STL 为 1，SPL 为 0）。当 STLK 信号变为“0”时，运行重新启动。

STLK 信号对伺服轴移动的影响如图 4-6 所示。

STLK 信号对 M、S、T 指令执行的影响如图 4-7 所示。

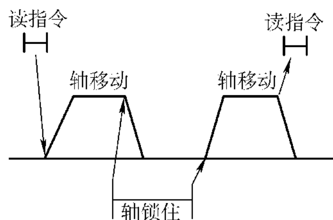


图 4-6　启动轴锁住信号 STLK 对伺服轴移动的影响

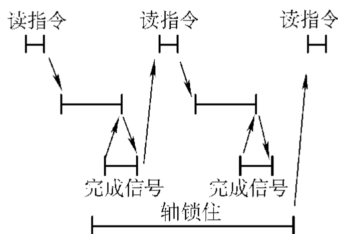


图 4-7　启动轴锁住信号 STLK 对 M、S、T 指令执行的影响

4.5.2　所有轴锁住信号

1. 概述

该信号低电平时，所有伺服轴减速停止运行。

2. ＊IT <G0008#0>

［类别］输入信号。

［功能］禁止机床移动，与运行方式无关。

［动作］＊IT 为“0”时，轴移动减速停止。在自动运行时，遇到包含轴运动指令的程序段前，可连续执行只包含 M、S、T 或第 2 辅助功能 B 指令的程序段。遇到包含轴移动指令的程序段后，系统停止且将系统置于自动运行方式（循环启动灯信号 STL 为“1”，进给暂停灯信号 SPL 为“0”）。＊IT 信号变为“1”时，运行恢复。

所有轴锁信号 IT 对伺服轴运动的影响如图 4-8 所示。

所有轴锁信号 IT 对 M、S、T 指令执行的影响如图 4-9 所示。

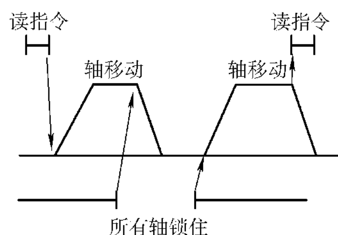


图 4-8　所有轴锁住信号 IT 对伺服轴运动的影响

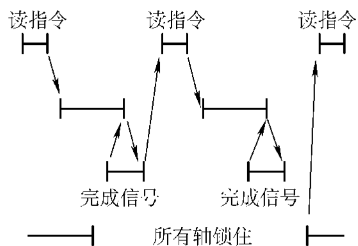


图 4-9　所有轴锁住信号 IT 对 M、S、T 指令执行的影响

4.5.3　各轴互锁信号

1. 概述

该组某个信号为低电平时，所指定的伺服轴减速停止运行。

2. ＊IT1 ～ ＊IT4 <G0130>

［类别］输入信号。

［功能］禁止指定轴移动。

每一控制轴都有一个独立的锁住信号。

信号地址名称尾端的数字与各控制轴的轴号对应。

＊ITn

├── $n=1$：第 1 轴锁住
├── $n=2$：第 2 轴锁住
└── $n=3$：第 3 轴锁住

［动作］

（1）手动操作时

互锁轴移动被锁住，但其他轴可以运动。如果运动期间轴被互锁，则减速后停止运动。互锁清除后可以重新开始运动。

（2）自动运行时（MEM、RMT 或 MDI 方式下）

如果对一个锁住轴发出运动指令（包括刀偏在内，移动量不为 0），则禁止所有轴运动。

如果一个移动中的轴被互锁，则所有轴减速后停止运动。互锁信号清除后，可重新开始运动。

该功能在空运行时也有效。

4.5.4　各轴、各个方向的轴互锁

1. 概述

该组某个信号触发时（高电平），所指定伺服轴限制某个方向的运行，相反的方向可以移动。

2. 信号（铣床系列和车床系列不同）

（1）M——铣床系列

< G0132#0 ~ G0132#7，G0134#0 ~ G0134#7 >
+ MIT1， - MIT1， + MIT2， - MIT2，
+ MIT3， - MIT3， + MIT4， - MIT4，
+ MIT5， - MIT5， + MIT6， - MIT6，
+ MIT7， - MIT7， + MIT8， - MIT8

（2）T——车床系列

< X1004#2 ~ X1004#5 >
+ MIT1， - MIT1， + MIT2， - MIT2

综合上述互锁信号地址如下：

（1）<T> 系列互锁信号地址如下：

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
G0007							STLK	

当 G0007#1（STLK）为“1”时，PMC 给 CNC 发出了启动轴锁住信号。

（2）T 系列/M 系列通用下述 4 种互锁信号

1）所有轴互锁信号如下

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
G0008								* IT

当 G0008 #0，即 * IT = 0 时，从 PMC 向 CNC 输入了轴互锁信号，禁止所有轴移动。

2）指定某一个轴互锁信号如下：

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
G0130					* IT4	* IT3	* IT2	* IT1

当 G0130#0 ~ G0130#3，即 * ITn = 0 时，从 PMC 向 CNC 输入了轴互锁信号，禁止某一轴移动。

* IT1 代表第 1 轴（X 轴），* IT2 代表第 2 轴（Y 轴），* IT3 代表第 3 轴（Z 轴），* IT4代表第 4 轴（B 轴）等。

3）指定某一个轴单方向互锁信号，车床与铣床不同。

① 对于铣床系列（M 系列），有

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
G0132					+ MIT4	+ MIT3	+ MIT2	+ MIT1
G0134					- MIT4	- MIT3	- MIT2	- MIT1

② 对于车床系列（T 系列），有

X1004			- MIT2	+ MIT2	- MIT1	+ MIT1		

±MITn 为“1”时，相对应的轴方向输入了互锁信号。

注意，对于 T 系列，只在手动运行时，±MITn 有效。

4）对于脱开功能有效的轴（采用 SV－OFF 和 FOLLOW－UP 功能，将伺服关断，通过转动机械手轮使进给轴移动），执行轴移动指令，当 CNC 参数 1005#7＝1 时有效时，各轴启动机械手轮功能，指定了机械手轮轴的运行。

无论此功能是否起作用，可使用 PMC 的诊断功能（PMCDGN）确认以下信号，检查相关的轴，如下：

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
F0110	MDTCH8	MDTCH7	MDTCH6	MDTCH5	MDTCH4	MDTCH3	MDTCH2	MDTCH1

当 MDTCHn＝1，即机械手轮有效时，通过 PMC 信号 G0124 或通过 CNC 参数设定来使轴机械手轮功能有效。

控制轴机械手轮信号输入 DTCHn，即

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
G0124	DTCH8	DTCH7	DTCH6	DTCH5	DTCH4	DTCH3	DTCH2	DTCH1

如果 DTCHn＝1，则相应轴机械手轮有效，如 DTCH1＝1，一般代表 X 轴机械手轮输入有效。

FANUC 20T 系统常使用机械手轮功能。

确认参数 0012#7 如下：

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
0012	RMVx							

0012#7（RMVx）＝0 控制轴连接。
　　　　　　　　＝1 控制轴机械手轮方式。

由于互锁功能有多种，机床厂家使用哪一种可用参数 3003 进行选择，如下：

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
3003				DAU	DIT	ITX		ITL

#0（ITL）0：互锁信号（＊IT）有效。

#2（ITX）0：互锁信号（＊ITn）有效。

#3（DIT）0：互锁信号（±MITn）有效。

#4（DAU）1：互锁信号（±MITn）在自动和手动方式下都有效。

编程举例：

例 1：如图 4-10 所示。

程序执行过程分析：程序执行过程框图如图 4-11 所示。

例 2：如图 4-12 所示。

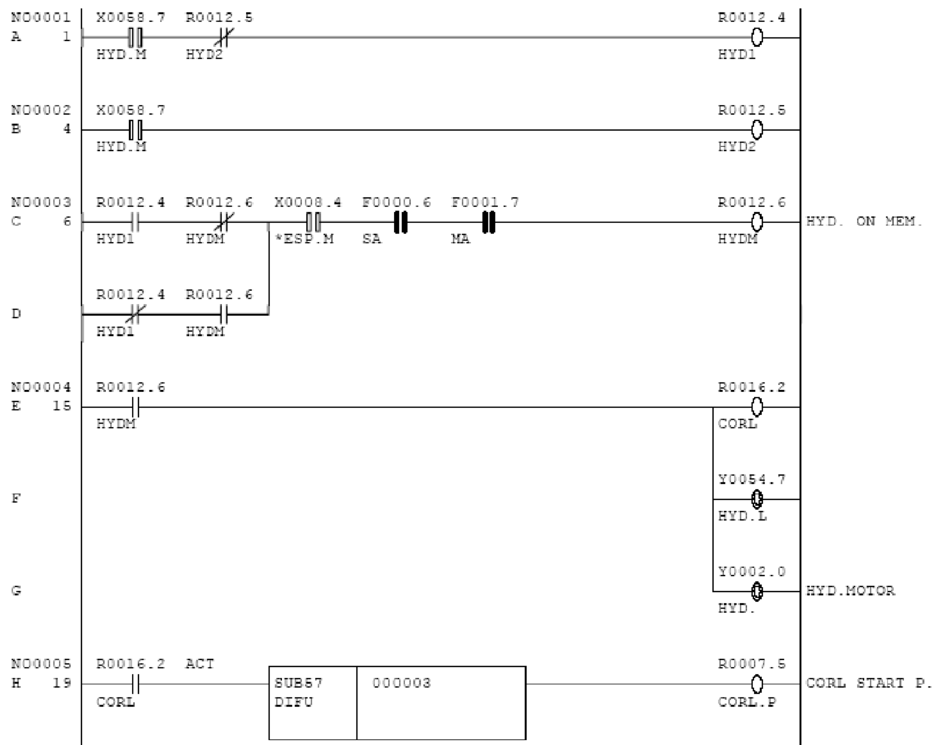


图 4-10　程序示例 1

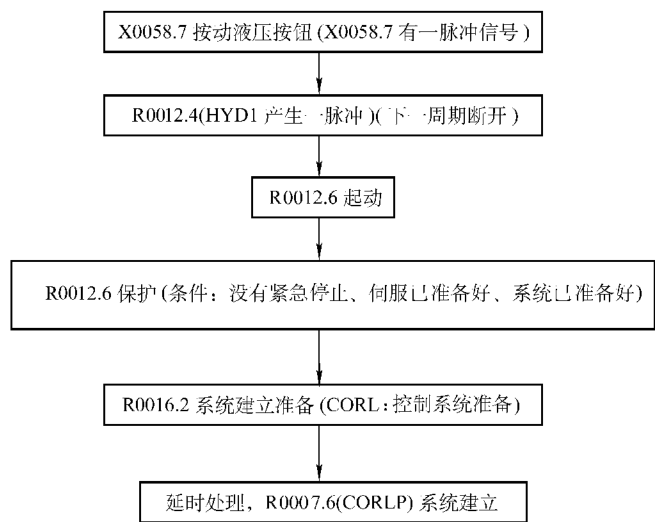


图 4-11　程序示例 1 执行过程框图

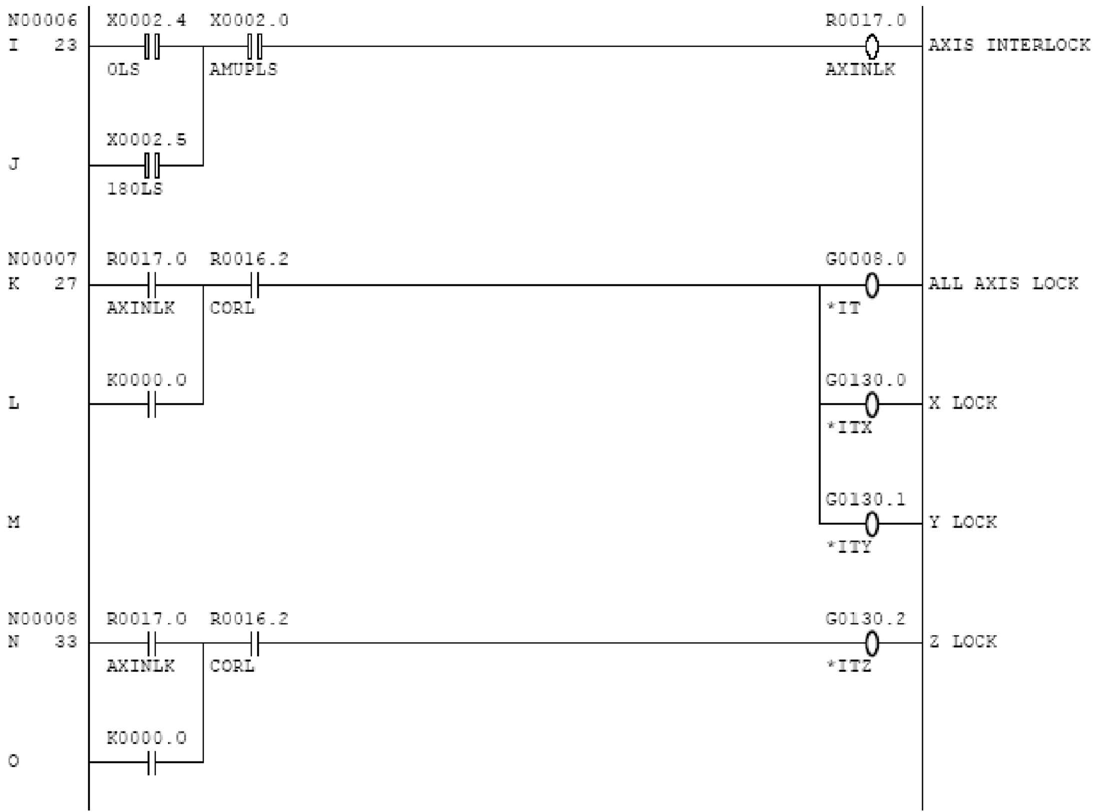


图 4-12　程序示例 2

程序执行过程分析：建立轴互锁，PMC 程序执行过程框图如图 4-13 所示。

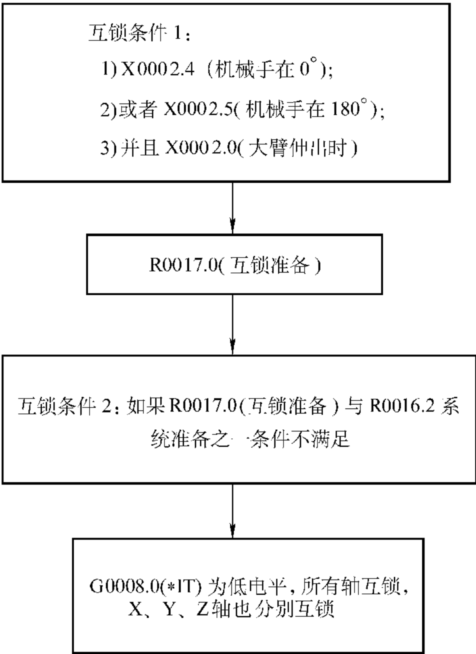


图 4-13　程序示例 2 执行过程框图

4.6　信号输出状态

1. 概述

所谓信号输出，是指 CNC 向 PMC 发出的信号状态，由于是从 CNC 输出到 PMC 的信号，所以输出信号的地址为 F。

2. 常用输出信号

表 4-1 为 CNC 对 PMC 状态的输出信号，其中复位信号、报警信号、攻螺纹信号、返回（倒带）信号等均是 PMC 需要处理的重要信号。

表 4-1　部分信号 PMC 地址

信号名	符号	PMC 地址
报警信号	AL	F0001.0
电池报警信号	BAL	F0001.2
复位信号	RST	F0001.1
返回（倒带）信号	RWD	F0000.0
攻螺纹信号	TAP	F0001.5
移动信号	MV1 ~ MV4	F0102
移动方向信号	MDV1 ~ MDV4	F0106
到位信号	INP1 ~ INP4	F0102
快速移动信号	RPDO	F0002.1
切削进给信号	CUT	F0002.6
螺纹切削信号	THRD	F0002.3
表面恒速切削速度信号	CSS	F0002.2
英制输入信号	INCH	F0002.0

3. 实例分析

报警信号及 SA（伺服准备好）信号处理举例：报警信号及 SA 信号处理 PMC 程序如图 4-14 所示。

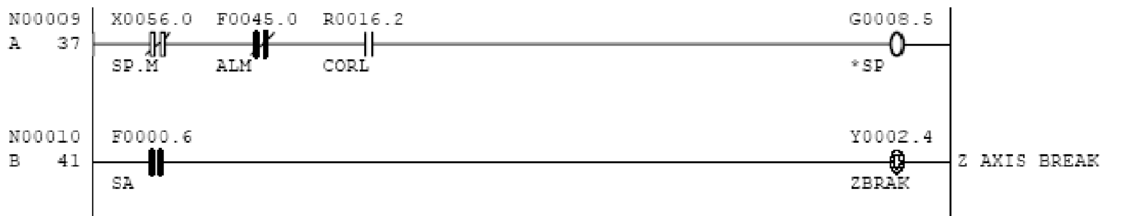


图 4-14　报警信号及 SA 信号处理程序

程序执行过程分析：程序执行过程框图如图 4-15 所示。

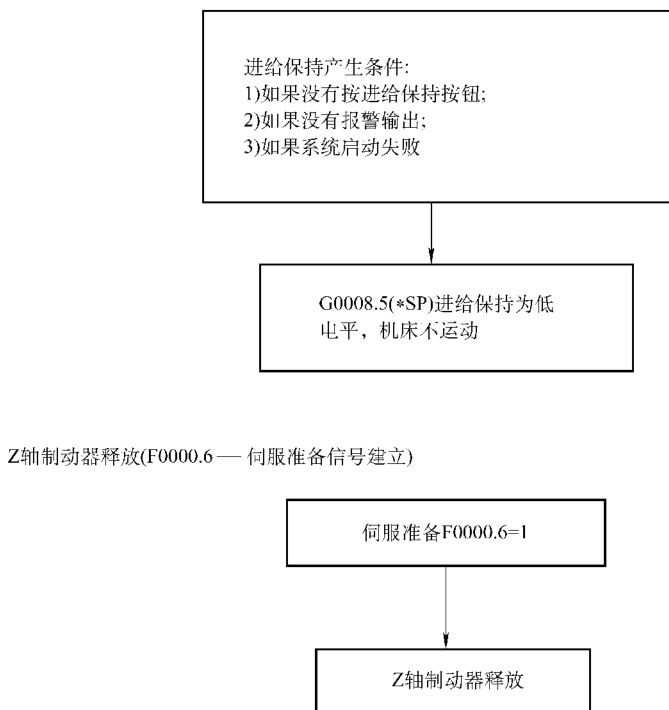


图 4-15　报警信号及 SA 信号处理程序执行框图

4.7　方式选择

1. 概述

方式选择信号包括 MD1、MD2 和 MD4 的 3 位编码信号，可选择下列 7 种方式：

1）存储器编辑（EDIT）；

2）存储器运行（MEM）；

3）手动数据输入（MDI）；

4）手轮/增量进给（HANDLE/INC）；

5）手动连续进给（JOG）；

6）JOG 示教（TEACH IN JOG）；

7）手轮示教（TEACH IN HANDLE）。

此外，存储器运行（MEM）与 DNCI 信号结合可选择 DNC 运行方式。手动连续进给（JOG）方式与 ZRN 信号的组合，可选择手动返回参考点方式。

PMC 通过向 CNC 输出操作方式检测信号来通知 CNC 当前所选的操作方式。

2. 信号

MD1，MD2，MD4

<G0043#0 ~ G0043#2>

DNC1 <G0043#5>

ZRN <G0043#7>

［类别］输入信号。

［作用］见表 4-2，方式选择开关现在大都选用电子开关，开关信号从机床操作面板侧进入 PMC（X 信号送入 PMC），PMC 处理后，输出 G 代码（G0043.0 ~ G0043.3，G0043.5，G0043.7）到 CNC，实现方式切换。

由于最终决定方式切换的是 CNC，CNC 所要求的信号组合是在 G0043 中完成的，见表 4-2，不同方式下的 G0043 代码组合。MD4/MD2/MD1 近似 8421 码的组合，$2^3 = 8$，所以 G0043.0 ~ G0043.23 位不同的组合可以产生“编辑”、“自动方式”、“MDI”、“手轮/增量进给”、“手动连续进给”、“手轮示教”、“手动连续示教”7 种操作方式切换。加之 G0043.5 DNC1（远程在线加工）和 G0043.7 ZRN（参考点返回），共有 9 种不同的操作方式可以选择。

表 4-2　系统操作方式与方式选择信号状态对照表

	方式	信号状态				
		MD4	MD2	MD1	DNC1	ZRN
	地址	G0043.2	G0043.1	G0043.0	G0043.5	G0043.7
1	编辑（EDIT）	0	1	1	0	0
2	自动方式（MEM）	0	0	1	0	0
3	手动数据输入（MDI）	0	0	0	0	0
4	手轮/增量进给（HANDLE/INC）	1	0	0	0	0
5	手动连续进给（JOG）	1	0	1	0	0
6	手轮示教（TEACH IN HANDLE）	1	1	1	0	0
7	手动连续示教（TEACH IN JOG）	1	1	0	0	0
8	DNC 运行（RMT）	0	0	1	1	0
9	手动返回参考点（REF）	1	0	1	0	1

机床操作面板相关输入/输出信号见表 4-3，与系统操作方式设定有关的 PMC 信号见表 4-4，程序再启动、空运行、单段运行方式选择 PMC 信号见表 4-5。

表 4-3　机床操作面板相关输入/输出信号

急停	急停信号	* ESP	G0008#4
		* ESP	X0008#4

表 4-4　与系统操作方式设定有关的 PMC 信号

方式选择	方式选择信号	MD1，MD2，MD4	G0043#3 ~ G0043#0
	手动数据输入选择检测信号	MMDI	F0003#3
	自动运行选择检测信号	MMEM	F0003#5
	存储器编辑选择检测信号	MEDT	F0003#6
	手轮进给选择检测信号	MH	F0003#1
	增量进给选择检测信号	MINC	F0003#0
	JOG 进给选择检测信号	MJ	F0003#2
	示教选择检测信号	MTCHIN	F0003#7
DNC 运行	DNC 运行选择信号	DNCI	G0043#5
	DNC 运行选择确认信号	MRMT	F0003#4

表 4-5　程序再启动、空运行、单段运行方式选择 PMC 信号

程序再启动	程序再启动信号	SRN	G0006#0
	程序再启动中信号	SRNMV	F0002#4
空运行	空运行信号	DRN	G0046#7
	空运行检测信号	MDRN	F0002#7
单程序段	单程序段信号	SBK	G0046#1
	单程序段检测信号	MSBK	F0004#3

3. 程序示例

方式选择及机床操作面板切换 PMC 程序如图 4-16 所示。

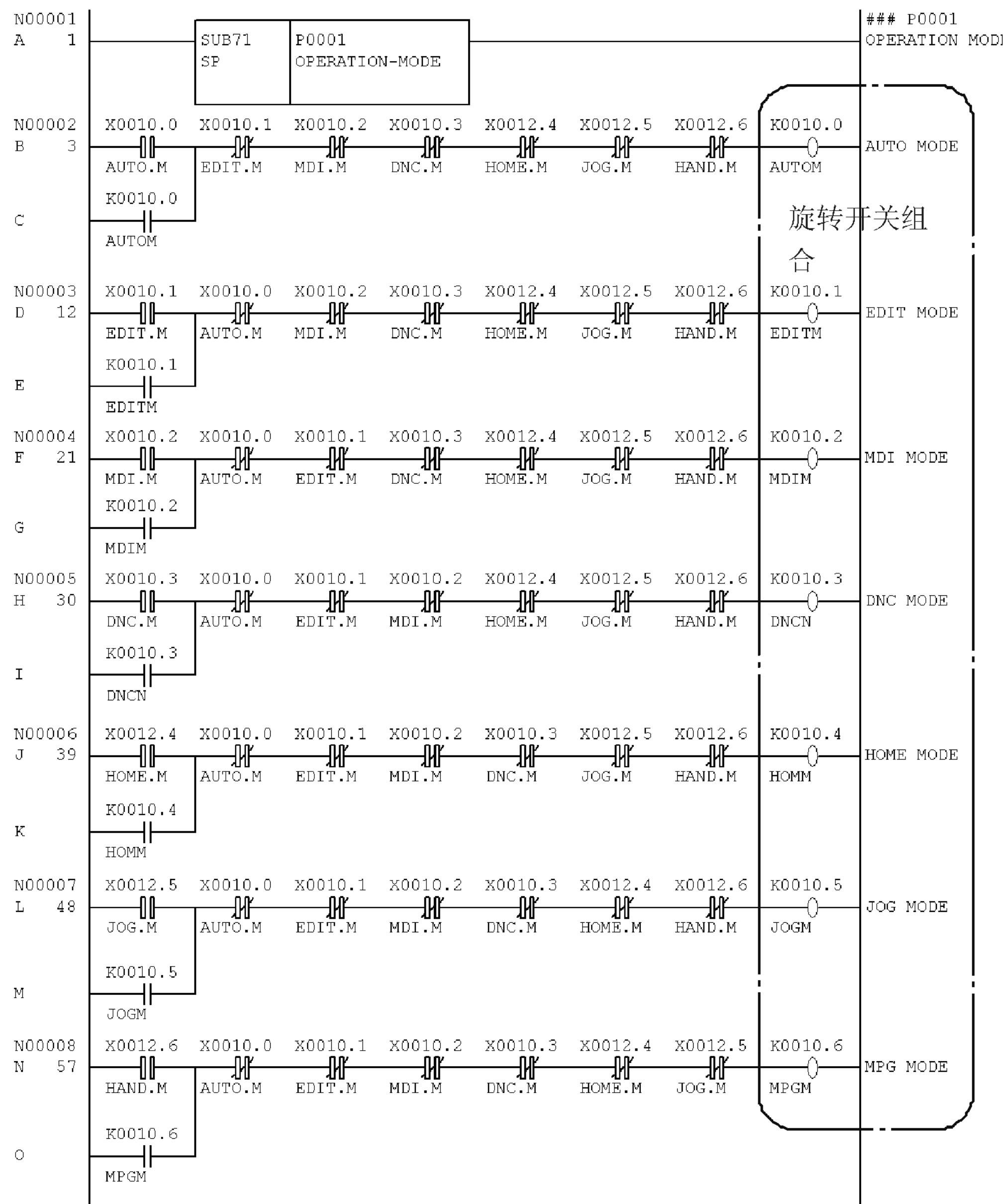
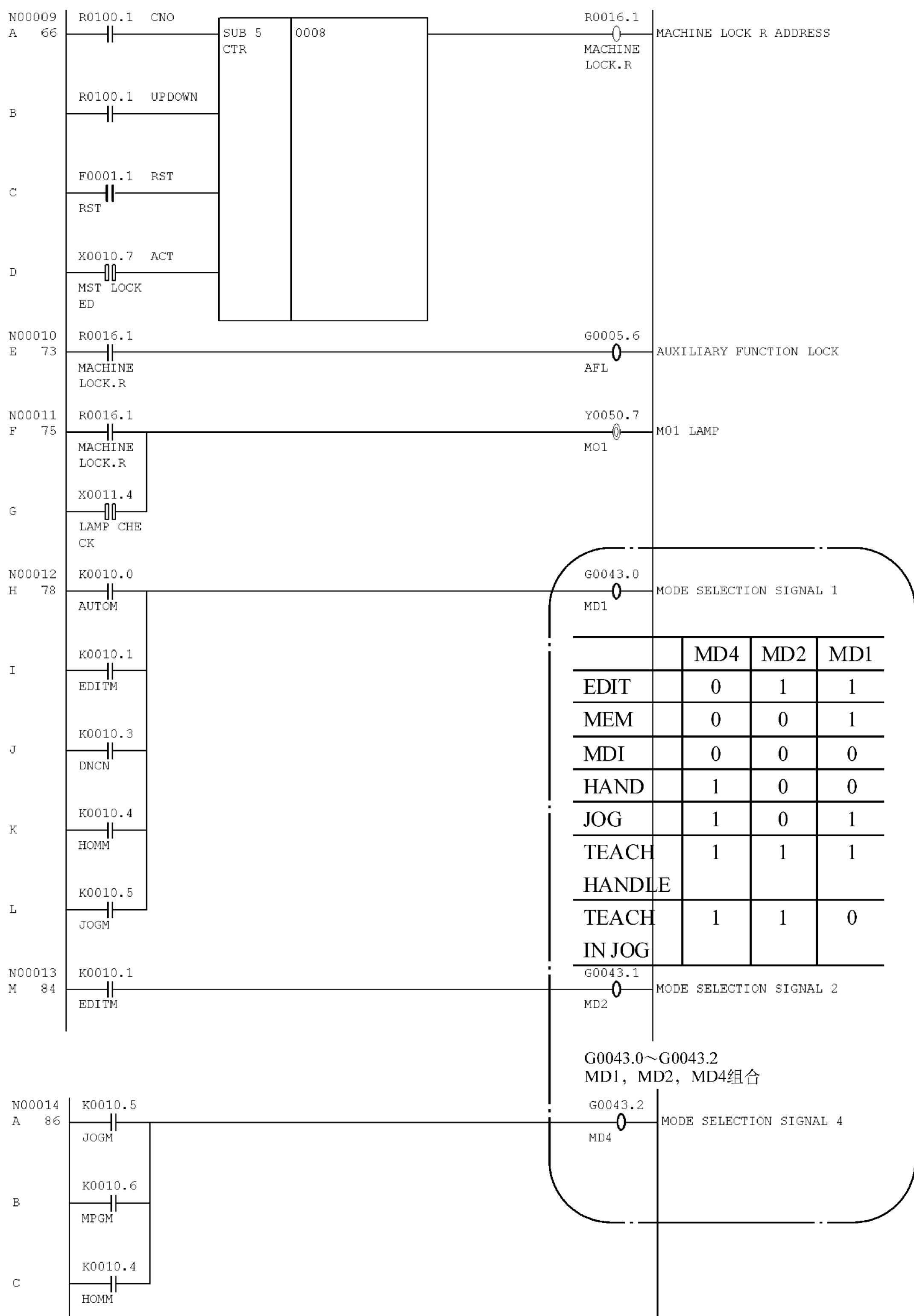


图 4-16　方式选择及机床操作面板切换 PMC 程序



	MD4	MD2	MD1
EDIT	0	1	1
MEM	0	0	1
MDI	0	0	0
HAND	1	0	0
JOG	1	0	1
TEACH HANDLE	1	1	1
TEACH IN JOG	1	1	0

图4-16　方式选择及机床操作面板切换PMC程序（续1）

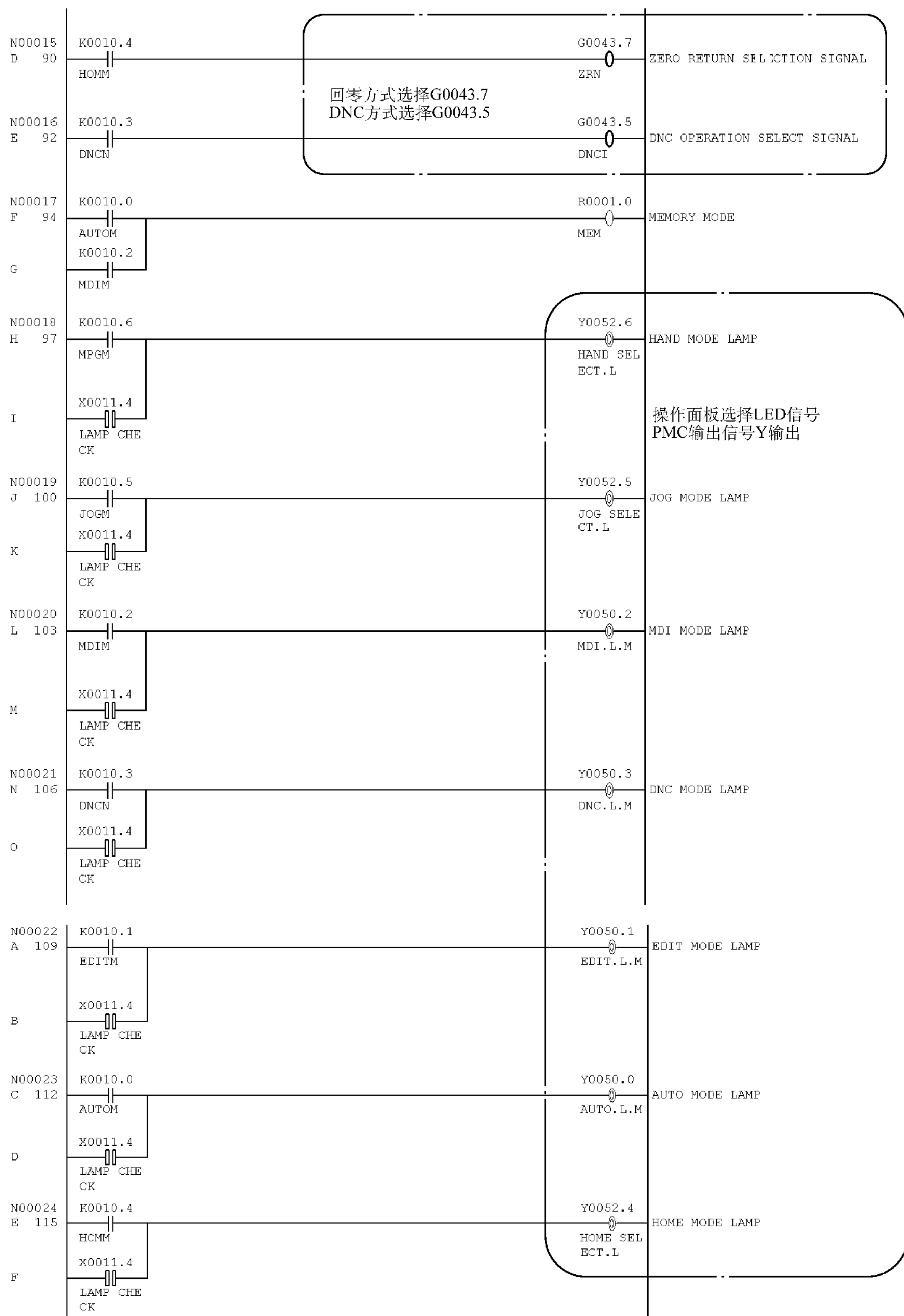


图 4-16　方式选择及机床操作面板切换 PMC 程序（续 2）

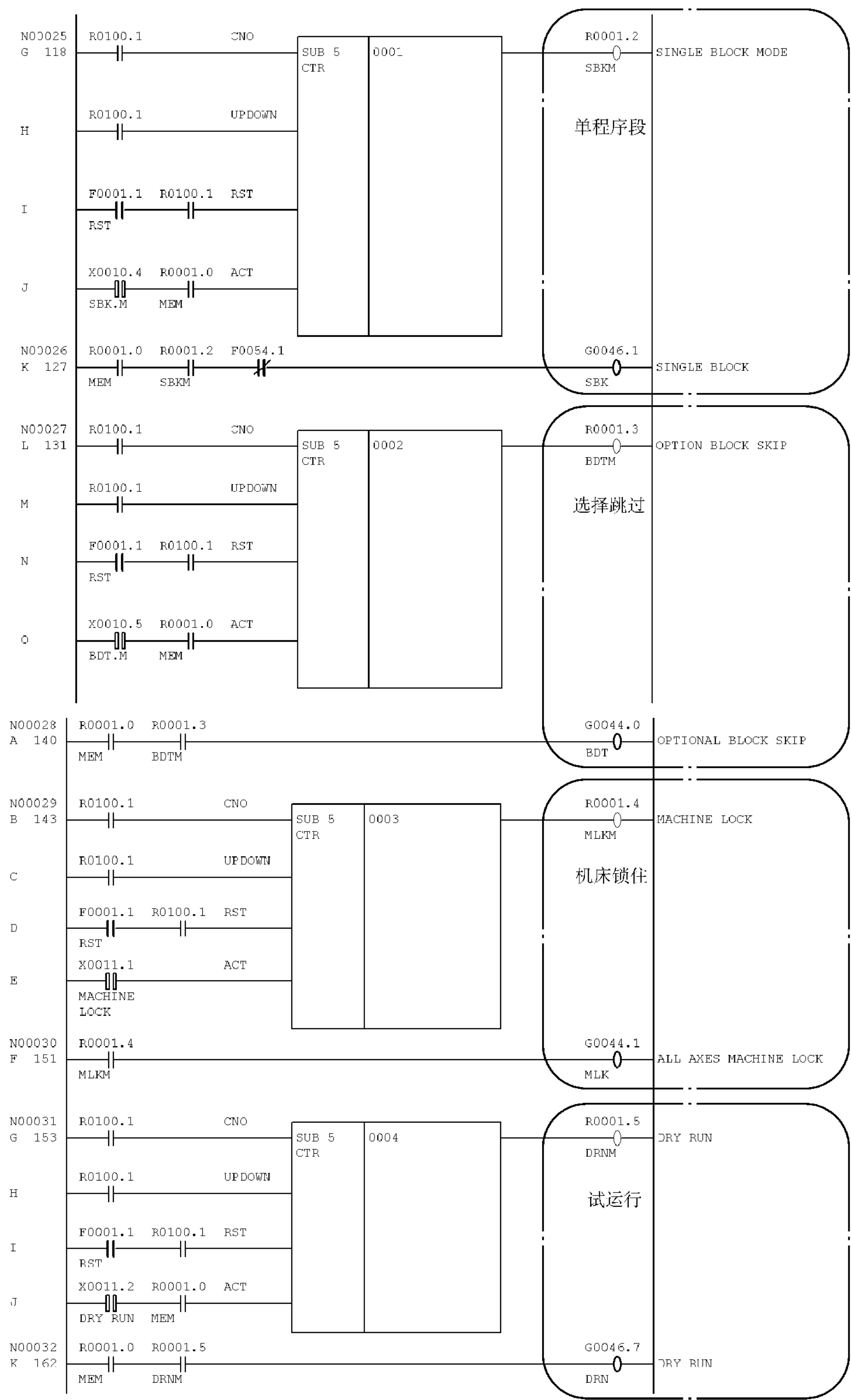


图 4-16　方式选择及机床操作面板切换 PMC 程序（续 3）

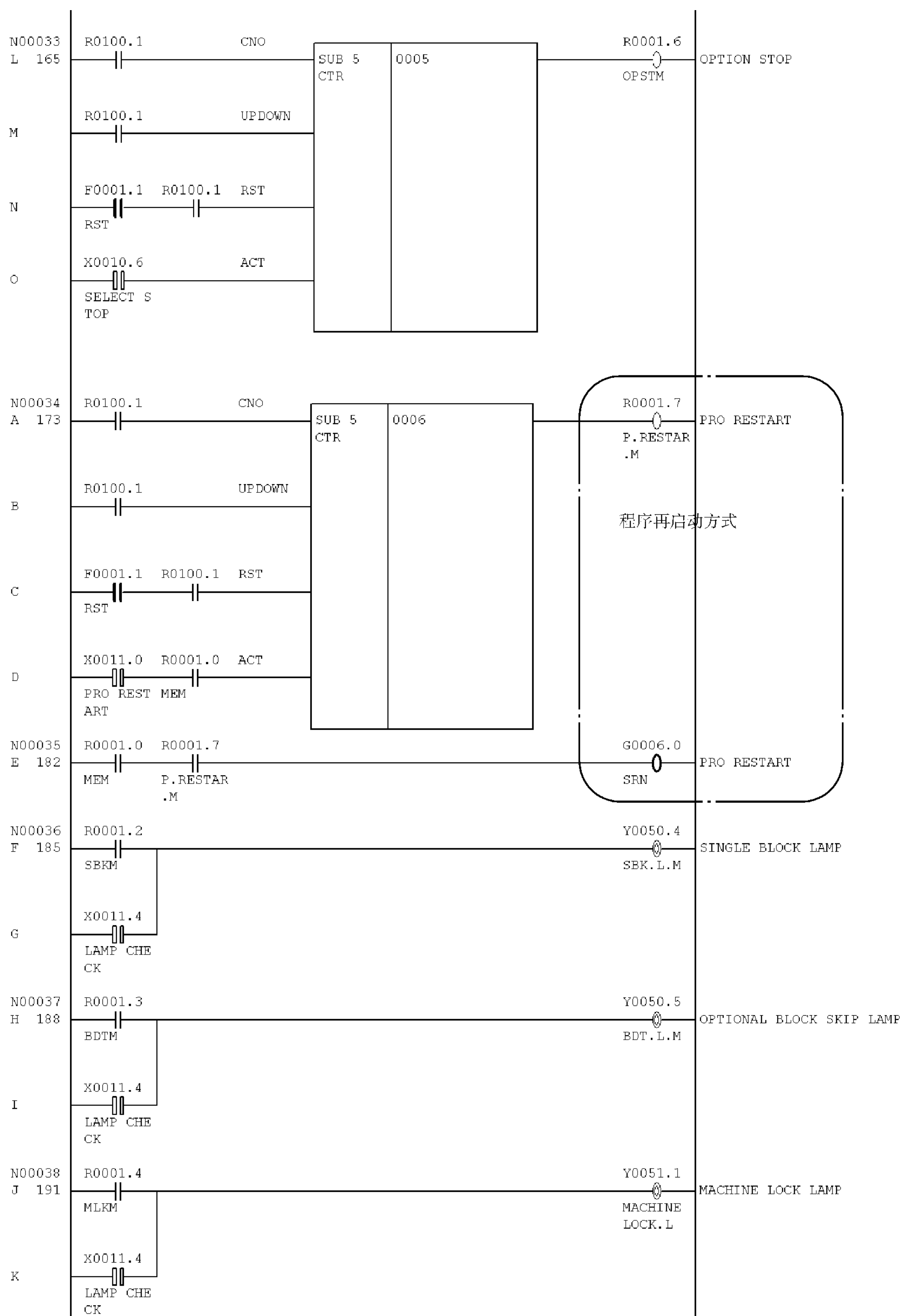


图 4-16　方式选择及机床操作面板切换 PMC 程序（续 4）

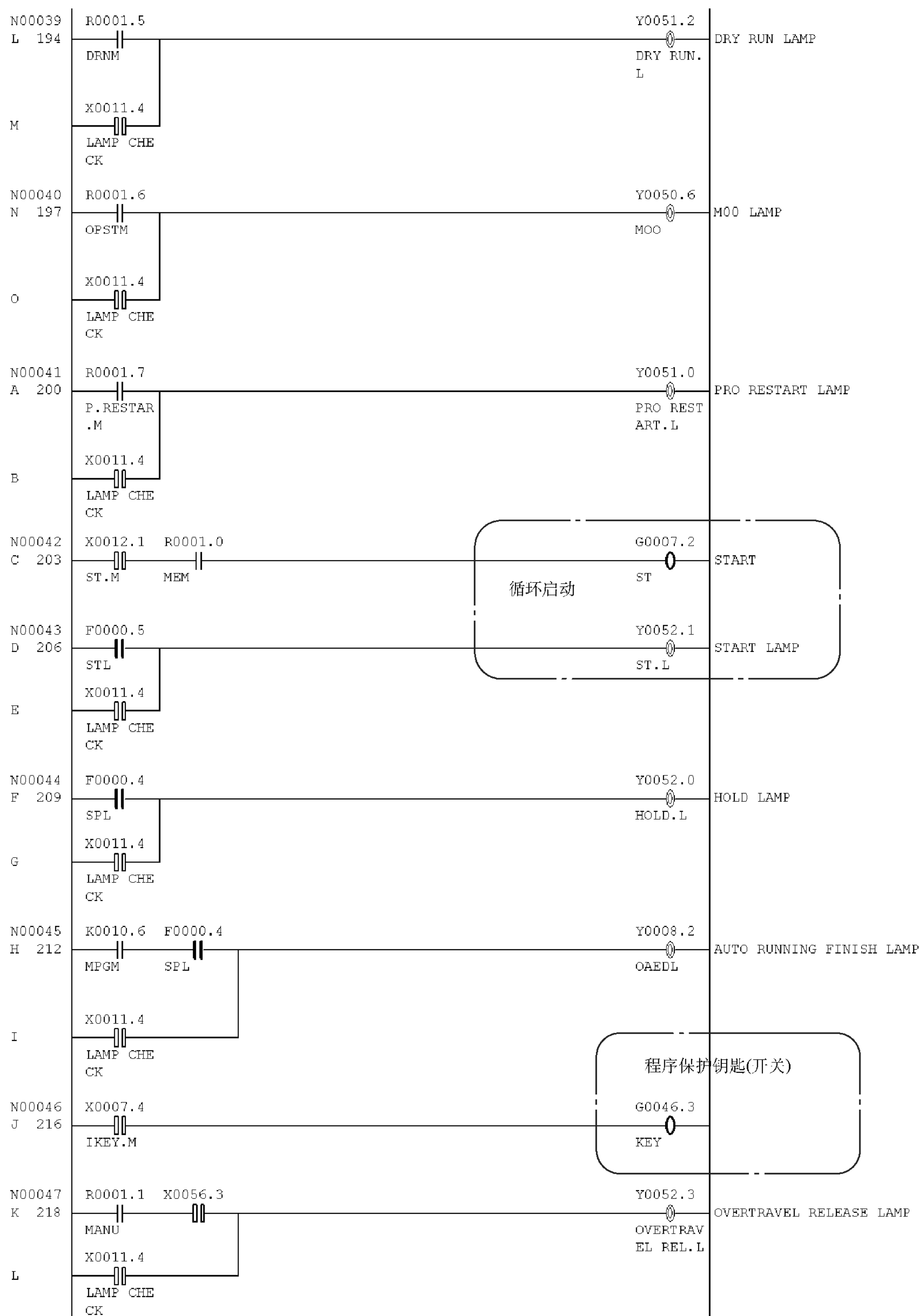


图4-16　方式选择及机床操作面板切换PMC程序（续5）

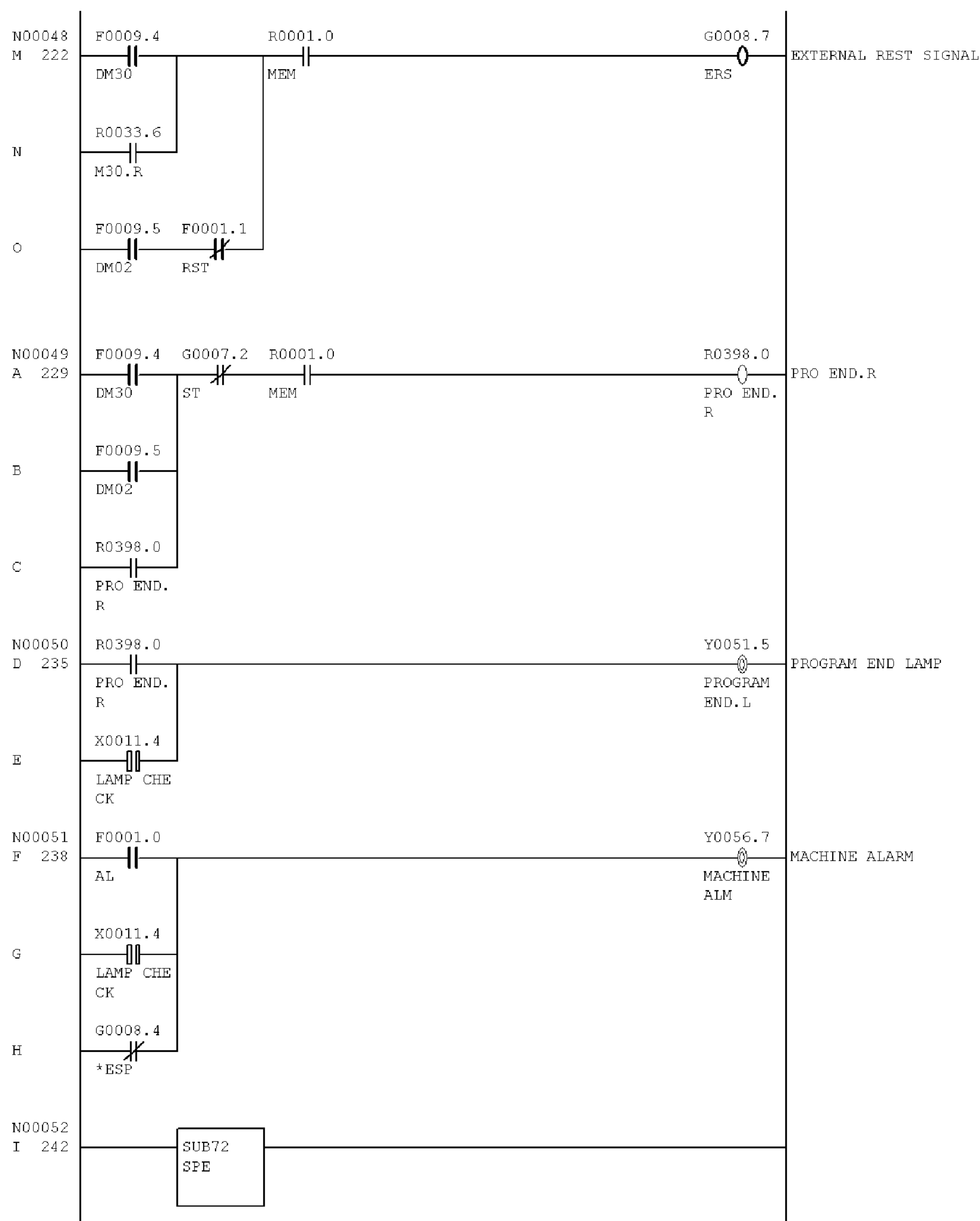


图 4-16　方式选择及机床操作面板切换 PMC 程序（续 6）

从图 4-16 所示系统运行状态控制 PMC 程序可见，编制 PMC 程序控制系统运行状态就是利用 X 信号（机床侧输入给 PMC 的信号，体现了用户要求系统进入某种运行状态的需求信息），最终按照表 4-2 和表 4-5 中的系统运行状态和信号地址对应关系，驱动 G0046 的指定位，实现设定系统进入某种运行状态的目的。

为了操作方便，程序中还设定了一组 Y 信号（指示灯）的输出，系统进入某个运行状

态时，对应的指示灯点亮，起到提示操作者的目的。

4.8　快速倍率控制

1. 概述

快速进给倍率对应的 PMC 控制信号见表 4-6。

表 4-6　快速进给倍率对应的 PMC 控制信号

快速进给倍率	快速进给倍率信号	ROV1，ROV2	G0014#0，G0014#1
	1% 步快速进给倍率选择信号	HROV	G0096#7
	1% 步快速进给倍率信号	HROV0 ~ HROV6	G0096#0 ~ G0096#6
	手动快速移动选择信号	RT	G0019#7

2. 信号说明

快速倍率信号又分为两种方式：

1）通过 4 个按键选择开关，经过 PMC 逻辑处理，输出 ROV1，ROV2 <G0014#0，#1> 组合出 4 种固定倍率，即 F0、F25、F50、F100，见表 4-7。

2）1% 步快速移动倍率，通过 30 档旋转开关，每档对应一固定倍率，从 1% ~120%，见表 4-8。

（1）快速移动倍率信号

ROV1，ROV2 <G0014#0，G0014#1>

[类别] 输入信号。

[功能] 为快速移动速度倍率信号。

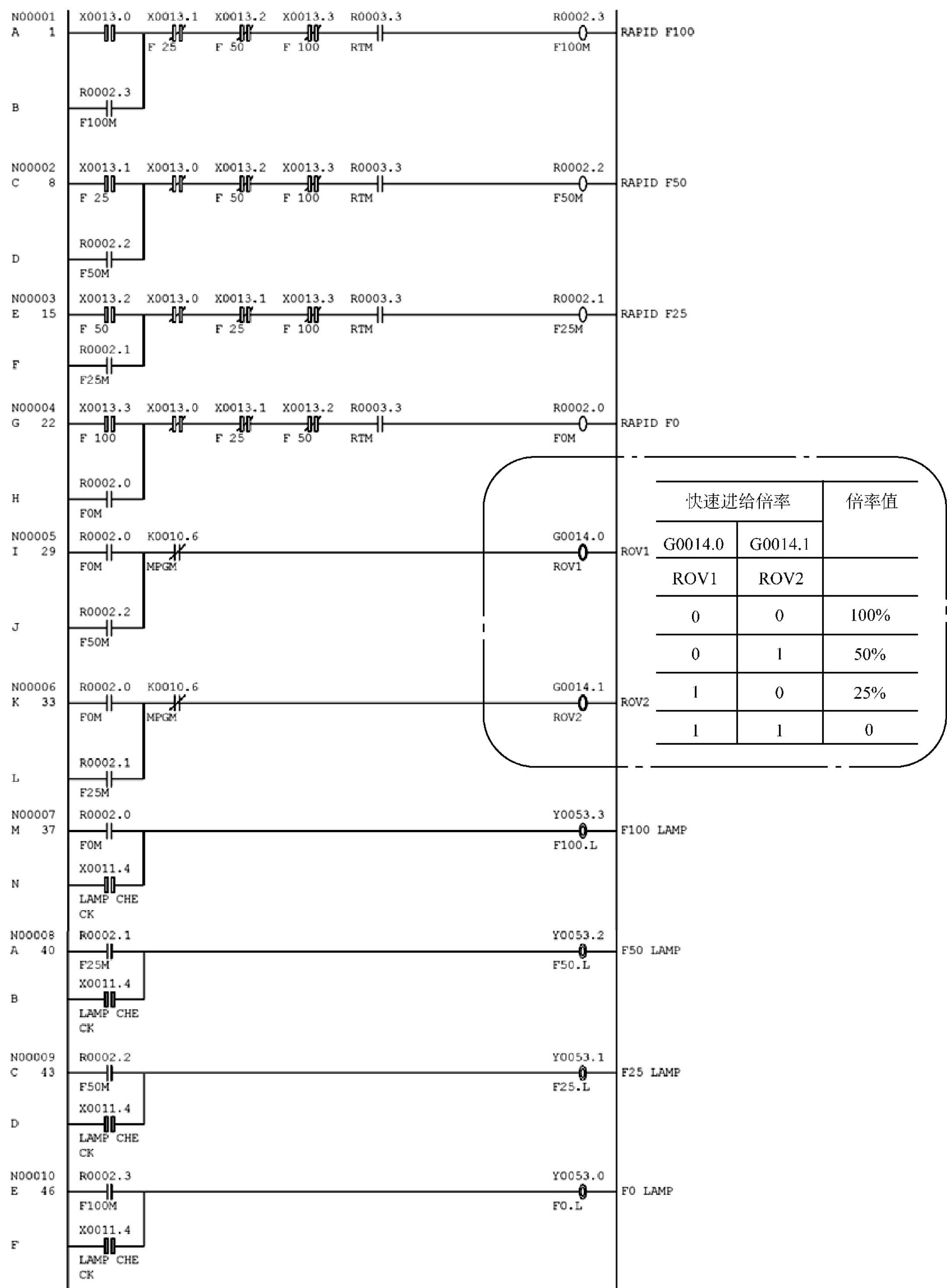
概述：ROV1，ROV2 <G0014#0，G0014#1> 作为 2 个 G 地址，从 PMC 逻辑处理后输出到 CNC，而这两个 G 地址是通过 4 个按键开关从键盘（4 个 X 输入地址）→PMC，而 4 个键盘的输入组合经过逻辑处理输出 4 组信号“00”100%、“01”50%、“10”25%、“11”0%，见表 4-7。

表 4-7　快速倍率控制信号及对应的倍率值

快速移动倍率		倍率值
ROV1	ROV2	
0	0	100%
0	1	50%
1	0	25%
1	1	0%

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
G0014							ROV2	ROV1

快速进给倍率处理 PMC 程序如图 4-17 所示。



快速进给倍率		倍率值
G0014.0	G0014.1	
ROV1	ROV2	
0	0	100%
0	1	50%
1	0	25%
1	1	0

图 4-17　快速进给倍率处理 PMC 程序

进给速度倍率设定是利用面板上的快速进给速度调节旋钮来完成的，进给速度倍率旋钮的信号地址为 X0013.0 ~ X0013.3。图 4-17 中，首先对 X0013.0 ~ X0013.3 的状态与进给速度倍率值进行了编码，编码程序的运行结果如下：

1）当用户将快速进给倍率设定为 F100 档时，中间继电器（线圈得电）R0002.3 = 1。

2）当用户将快速进给倍率设定为 F50 档时，中间继电器（线圈得电）R0002.2 = 1。

3）当用户将快速进给倍率设定为 F25 档时，中间继电器（线圈得电）R0002.1 = 1。

4）当用户将快速进给倍率设定为 F0 档时，中间继电器（线圈得电）R0002.0 = 1。

根据表 4-7，PMC 控制快速进给倍率的信号地址，程序只需利用中间继电器 R0002.0 ~ R0002.3 的状态，驱动 G0014.0 和 G0014.1，即可实现使系统运行于用户指定的快速进给倍率值的目的。

为了方便操作，程序还涉及了一组指示灯 Y0050.3 ~ Y0050.0，指示灯的状态与快速进给倍率值 F100 ~ F0 一一对应，以便操作者明确当前系统运行状态。

（2）1% 步快速移动倍率

选择信号：

HROV <G0096#7>

[类别] 输入信号。

[功能] 选择是快速移动倍率信号还是 1% 步快速移动倍率信号有效。

[动作] HROV 为 1 时，信号 * HROV0 ~ * HROV6 有效，快速移动倍率 ROV1 和 ROV2 无效；HROV 为 0 时，信号 * HROV0 ~ * HROV6 无效，快速移动倍率 ROV1 和 ROV2 有效。

1% 步快速移动倍率信号：

* HROV0 ~ * HROV6 <G0096#0 ~ G0096#6>

[类别] 输入信号。

[功能] 以 1% 为单位，在 0 ~ 100% 的范围内调整快速移动速度。

[动作] 这 7 个信号给出一个二进制代码对应于快速移动速度的倍率。当指定的二进制代码为 101% ~127% 的倍率值时，倍率被钳制在 100%，信号 * HROV0 ~ * HROV6 为非信号。设定倍率值为 1% 时，设定信号 * HROV0 ~ * HROV6 为 1111110，它与二进制代码 0000001 相对应。

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
G0096	* HROV7	* HROV6	* HROV5	* HROV4	* HROV3	* HROV2	* HROV1	* HROV0

1% 步快速移动倍率值对应的 PMC 控制信号状态见表 4-8。

表 4-8　1% 步快速移动倍率值对应的 PMC 控制信号状态表

* HROV6	* HROV5	* HROV4	* HROV3	* HROV2	* HROV1	* HROV0	格雷码/R 地址	倍率
G0096.6	G0096.5	G0096.4	G0096.3	G0096.2	G0096.1	G0096.0		十进制
2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	—	—
—	—	—	—	0	0	0	0	0
—	—	—	—	0	0	1	1	1

（续）

＊HROV6	＊HROV5	＊HROV4	＊HROV3	＊HROV2	＊HROV1	＊HROV0	格雷码 /R 地址	倍率
G0096.6	G0096.5	G0096.4	G0096.3	G0096.2	G0096.1	G0096.0		十进制
—	—	—	—	0	2	0	3	2
—	—	—	—	4	0	0	2	4
—	—	—	—	4	2	0	6	6
—	—	—	8	0	0	0	7	8
—	—	—	8	0	2	0	5	10
—	—	—	8	4	2	1	4	15
—	—	16	—	4	0	0	12	20
—	—	16	8	4	2	0	13	30
—	32	—	8	0	0	0	15	40
—	32	16	—	0	2	0	14	50
—	32	16	8	4	0	0	10	60
64	—	—	—	4	2	0	11	70
64	—	16	—	0	0	0	9	80
64	—	16	8	0	2	0	8	90
64	—	16	8	4	2	1	24	95
64	32	—	—	4	0	0	25	100
64	32	—	8	0	0	1	27	105
64	32	—	8	4	2	0	26	110
64	32	16	8	0	0	0	30	120

表 4-8 说明：

1）有关倍率值的计算如下：

$$倍率值 = \sum_{i=0}^{7}(2^{i}Vi)\%$$

这些信号的权值如下：

① ＊HROV0：对应 $2^0=1$ 对应 1%。

② ＊HROV1：对应 $2^1=2$ 对应 2%。

③ ＊HROV2：对应 $2^2=4$ 对应 4%。

④ ＊HROV3：对应 $2^3=8$ 对应 8%。

⑤ ＊HROV4：对应 $2^4=16$ 对应 16%。

⑥ ＊HROV5：对应 $2^5=32$ 对应 32%。

⑦ ＊HROV6：对应 $2^6=64$ 对应 64%。

⑧ ＊HROV7：对应 $2^7=128$ 对应 128%。

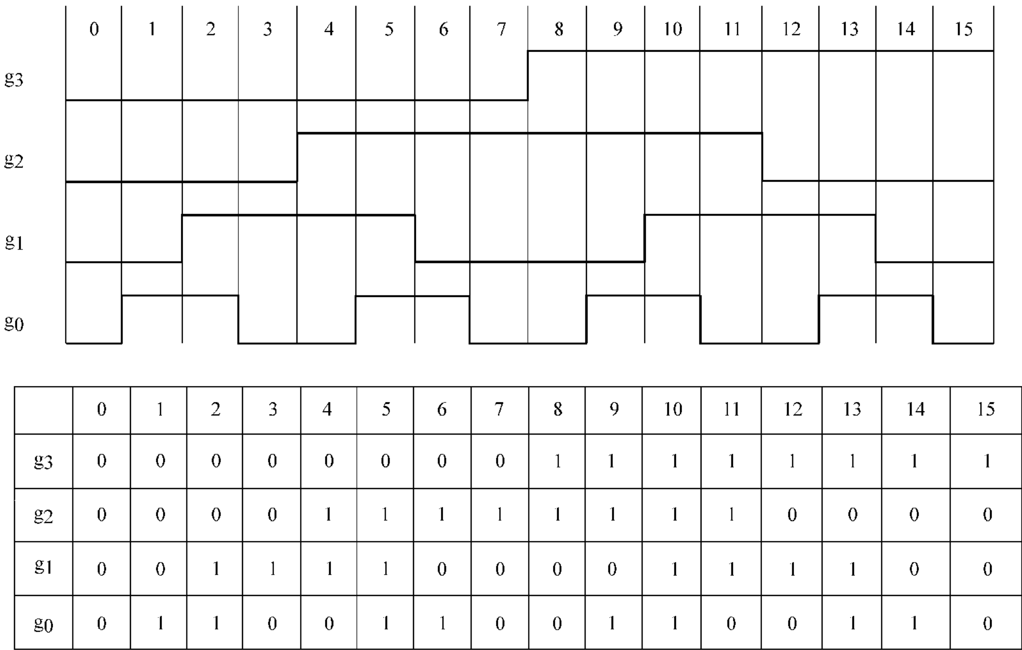
如果倍率是 50%，则有

2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	
0	32	16	0	0	2	0	50

$2^5+2^4+2^1=32+16+2=50$。

2）有关格雷码说明：目前 FANUC 标准面板配置波段开关均为格雷码编码，每相邻的位置只有一个脉冲变化，目的是减少误差。

以 4 位格雷码为例，时序图如图 4-18 所示。



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
g3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
g2	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
g1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
g0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0

图 4-18　4 位格雷码时序图

FANUC 标准面板旋钮开关（格雷）编码见表 4-9。

表 4-9　FANUC 标准面板旋钮开关（格雷）编码表

X0006.5	X0006.4	X0006.3	X0006.2	X0006.1	X0006.0		R 地址	对照表	开关位
补偶	格雷码								
0	0	0	0	0	0	00000	R0004.0	0	0
1	0	0	0	0	1	00001	R0004.1	1	1
0	0	0	0	1	1	00011	R0004.2	3	2
0	0	0	0	1	0	00010	R0004.3	2	4
0	0	0	1	1	0	00110	R0004.4	6	6
1	0	0	1	1	1	00111	R0004.5	7	8
0	0	0	1	0	1	00101	R0004.6	5	10
1	0	0	1	0	0	00100	R0004.7	4	15

（续）

X0006. 5	X0006. 4	X0006. 3	X0006. 2	X0006. 1	X0006. 0		R 地址	对照表	开关位
补偶	格雷码								
0	0	1	1	0	0	01100	R0005. 0	12	20
1	0	1	1	0	1	01101	R0005. 1	13	30
0	0	1	1	1	1	01111	R0005. 2	15	40
1	0	1	1	1	0	01110	R0005. 3	14	50
0	0	1	0	1	0	01010	R0005. 4	10	60
1	0	1	0	1	1	01011	R0005. 5	11	70
0	0	1	0	0	1	01001	R0005. 6	9	80
1	0	1	0	0	0	01000	R0005. 7	8	90
0	1	1	0	0	0	11000	R0007. 2	24	95
1	1	1	0	0	1	11001	R0007. 3	25	100
0	1	1	0	1	1	11011	R0007. 4	27	105
1	1	1	0	1	0	11010	R0007. 5	26	110
0	1	1	1	1	0	11110	R0007. 6	30	120

相关参数如下：

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
3002				IOV				

IOV 为进给倍率信号和快速移动倍率信号，其中 0 为使用负逻辑，1 为使用正逻辑。

1412	各轴快速移动的 F0 速度

4.9　JOG 进给速度控制详解

1. 概述

FANUC 系统控制 JOG 进给/增量进给的 PMC 信号见表 4-10。

表 4-10　JOG 进给/增量进给控制 PMC 信号

JOG 进给/增量进给	进给轴和方向选择信号	+J1 ~ +J4	G0100
		-J1 ~ -J4	G0102
	手动进给速度倍率信号	*JV1 ~ *JV15	G0010，G0011
	手动快速移动选择信号	RT	G0019#7

其中 JOG（点动）进给倍率通过旋转开关 X*m*. *n* 组合，将信号输入 PMC，再由 PMC 处理后输出到 CNC，PMC 占用 JOG 倍率地址 G0010 和 G0011。

2. 信号说明：*JV1 ~ *JV15 <G0010，G0011>

切削进给速度倍率信号共有高低两个 8 位二进制代码信号，对应信号编码见表 4-11。

表 4-11 JOG 进给倍率信号对应编码表

* JV13	* JV12	* JV11	* JV10	* JV9	* JV8	* JV7	* JV6	* JV5	* JV4	* JV3	* JV2	* JV1	* JV0	倍率	格雷码对应表
G0011.5	G0011.4	G0011.3	G0011.2	G0011.1	G0011.0	G0010.7	G0010.6	G0010.5	G0010.4	G0010.3	G0010.2	G0010.1	G0010.0		
5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	位	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	64	32	0	0	4	0	0	100	1
0	0	0	0	0	0	128	64	0	0	8	0	0	0	200	3
0	0	0	0	0	256	128	0	0	16	0	0	0	0	400	2
0	0	0	0	512	0	0	64	0	16	8	0	0	0	600	6
0	0	0	0	512	256	0	0	32	0	0	0	0	0	800	7
0	0	0	0	512	256	128	64	32	0	8	0	0	0	1000	5
0	0	0	1024	0	256	128	64	0	16	8	4	0	0	1500	4
0	0	0	1024	512	256	128	64	0	16	0	0	0	0	2000	12
0	0	2048	0	512	256	128	0	32	16	8	0	0	0	3000	13
0	0	2048	1024	512	256	128	0	32	0	0	0	0	0	4000	15
0	4096	0	0	512	256	128	0	0	0	8	0	0	0	5000	14
0	4096	0	1024	512	256	0	64	32	16	0	0	0	0	6000	10
0	4096	2048	0	512	256	0	64	0	16	8	0	0	0	7000	11
0	4096	2048	1024	512	256	0	64	0	0	0	0	0	0	8000	9
8192	0	0	0	512	256	0	0	32	0	8	0	0	0	9000	8
8192	0	0	1024	0	256	0	0	0	16	8	4	0	0	9500	24
8192	0	0	1024	512	256	0	0	0	16	0	0	0	0	10000	25
8192	0	2048	0	0	256	0	0	0	0	0	4	0	0	10500	27
8192	0	2048	0	512	0	128	64	32	16	8	0	0	0	11000	26
8192	0	2048	1024	512	0	128	64	32	0	0	0	0	0	12000	30

3. JOG 进给倍率控制 PMC 程序编制

传统方式编制梯形图，JOG % 输出 PMC 程序如图 4-19 所示。

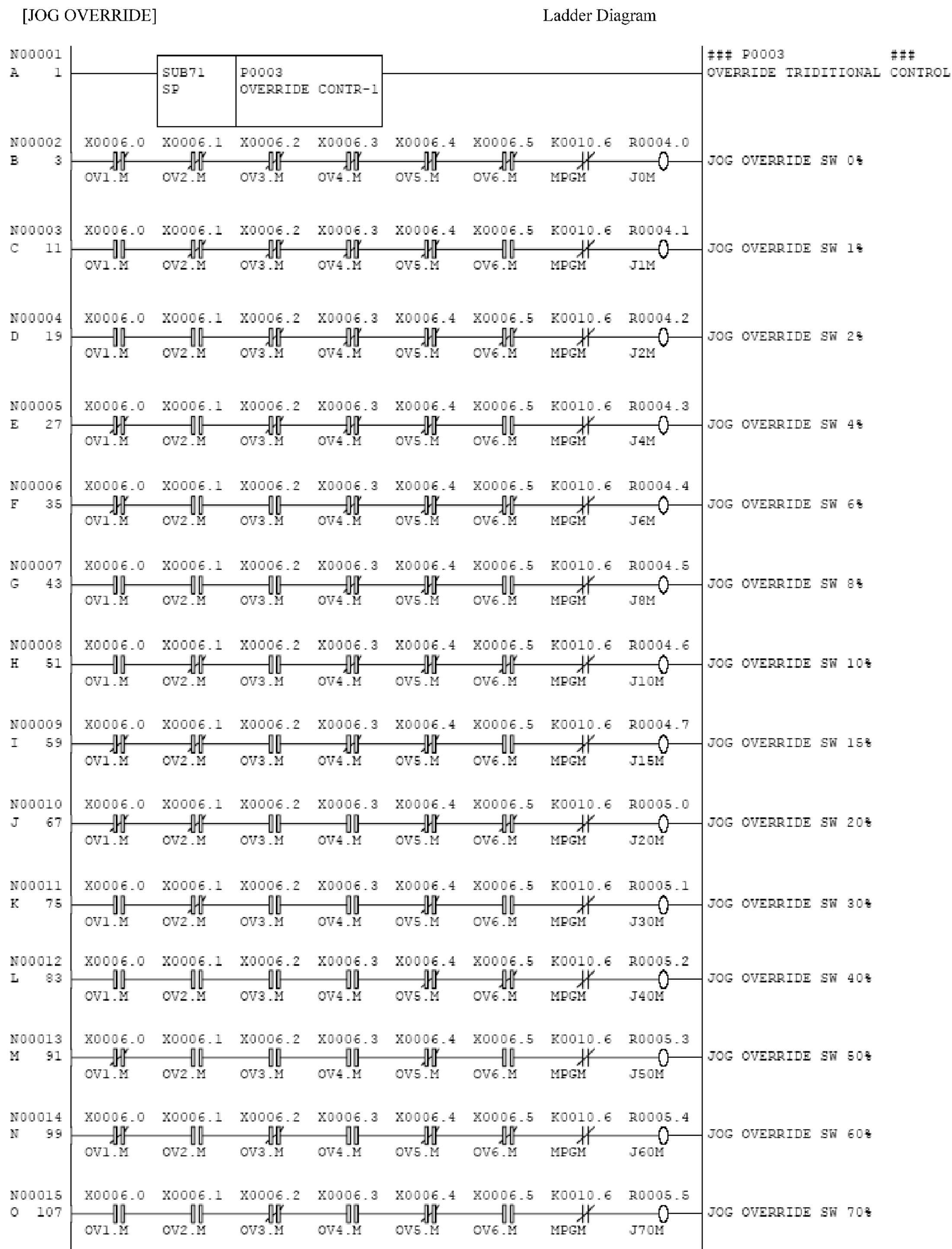


图 4-19 JOG 进给倍率处理 PMC 程序示例

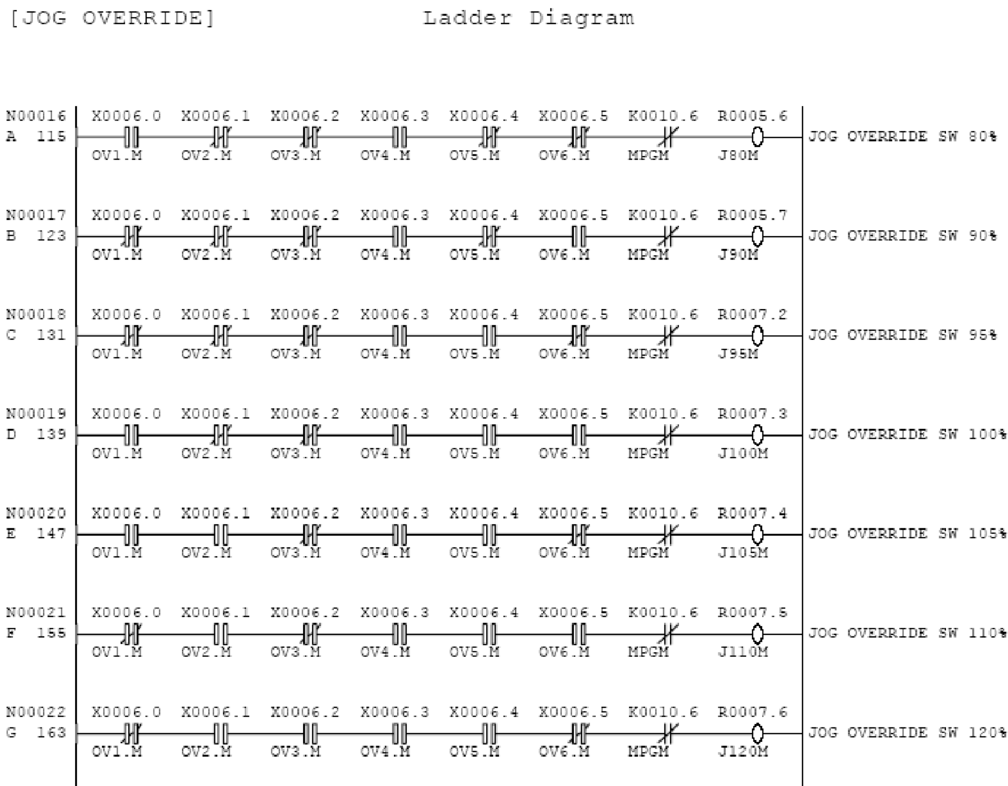


图 4-19　JOG 进给倍率处理 PMC 程序示例（续）

4.10　程序进给速度倍率（F 指令）

1. 概述

程序进给速度倍率是根据切削进给指令中的“F”值调整倍率的。程序运行中，通过调整进给速度倍率旋转开关，X*m*. *n* 输出不同的代码组合（格雷码，见表 4-9 和图 4-18 说明），将信号输入 PMC，再由 PMC 处理后输出到 CNC，PMC 输出到 CNC 的程序倍率地址是 G0012。

2. 信号说明

进给速度倍率信号，＊FV0～＊FV7 <G0012>

切削进给速度倍率信号共有 8 个二进制代码信号与以下倍率值相对应：所有的信号都为“0”和所有的信号都为“1”时，倍率都被认为是 0%。因此，倍率可在 0～254% 的范围内以 1% 为单位进行选择。

注：前面 4.8 节 2. 所描述的“1% 步快速移动倍率”，［地址＊HROV0～＊HROV6 <G0096#0～G0096#6>（可调整 G00 快速倍率 0～120%）］、4.9 节所描述的“JOG 进给倍率”［(执行点动时的倍率调整)，地址＊JV1～＊JV15 <G0010，G0011>］以及本节所描述的“程序进给倍率”，通常采用的是同一个旋转开关，即 4 位的格雷码旋转开关（见图 4-20）。至于旋转开关是做“1% 步快速移动倍率”、



图 4-20　旋转开关

“JOG 进给倍率”，还是“程序进给倍率”的处理，取决于 CNC 系统的方式是在“RAPID（快速）”方式下、“JOG（点动）”方式下，还是在“MEM（程序运行）”方式下，所以这个倍率开关是一个“多重身份”的开关。

自动运行中切削进给指定的速度与由这些信号所选的倍率值相乘得到实际进给速度，见表 4-12。

表 4-12　程序进给速度倍率信号对应编码表

开关位	G0012.7	G0012.6	G0012.5	G0012.4	G0012.3	G0012.2	G0012.1	G0012.0	
	*FV7	*FV6	*FV5	*FV4	*FV3	*FV2	*FV1	*FV0	
	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	对应二进制代码
	218	64	32	16	8	4	2	1	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	1	2^0
2	0	0	0	0	0	0	1	0	2^1
4	0	0	0	0	0	1	0	0	2^2
6	0	0	0	0	0	1	1	0	2^2+2^1
8	0	0	0	0	1	0	0	0	2^3
10	0	0	0	0	1	0	1	0	2^3+2^1
15	0	0	0	0	1	1	1	1	$2^3+2^2+2^1+2^0$
20	0	0	0	1	0	1	0	0	2^4+2^2
30	0	0	0	1	1	1	1	0	$2^4+2^3+2^2+2^1$
40	0	0	1	0	1	0	0	0	2^5+2^3
50	0	0	1	1	0	0	1	0	$2^5+2^4+2^1$
60	0	0	1	1	1	1	0	0	$2^5+2^4+2^3+2^2$
70	0	0	0	0	0	1	1	0	$2^6+2^2+2^1$
80	0	1	0	1	0	0	0	0	2^6+2^4
90	0	1	0	1	1	0	1	0	$2^6+2^4+2^3+2^1$
95	0	1	0	1	1	1	1	1	$2^6+2^4+2^3+2^2+2^1+2^0$
100	0	1	1	0	0	1	0	0	$2^6+2^5+2^2$
105	0	1	1	0	1	0	0	1	$2^6+2^5+2^3+2^0$
110	0	1	1	0	1	1	1	0	$2^6+2^5+2^3+2^2+2^1$
120	0	1	1	1	1	0	0	0	$2^6+2^5+2^4+2^3$

在下列情况下，不管信号如何，倍率被认为是 100%：

1）倍率取消信号 OVC 为“1”。

2）在固定循环的攻螺纹循环切削期间。

3）攻螺纹方式（G63）。

4）螺纹切削进行中。

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
G0012	*FV7	*FV6	*FV5	*FV4	*FV3	*FV2	*FV1	*FV0

相关参数如下：

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
1401				RFO				

RFO 快速移动期间切削进给速度倍率为 0% 时有，0 为机床不停止运动，1 为机床停止运动。

3. 程序实例

下例中 Y0050.0 选择了“MEM”方式，而 X0006.0 ~ X0006.4 是旋转开关格雷码输出，遵守表 4-9 规律，现在总结如下，见表 4-13。

表 4-13　程序倍率开关格雷码编码表

X0006.5	X0006.4	X0006.3	X0006.2	X0006.1	X0006.0	R0215 编码输出	二进制开关位	对应倍率值
补偶	格雷码							
0	0	0	0	0	0	00000	0	0
1	0	0	0	0	1	00001	1	1
0	0	0	0	1	1	00011	3	2
0	0	0	0	1	0	00010	2	4
0	0	0	1	1	0	00110	6	6
1	0	0	1	1	1	00111	7	8
0	0	0	1	0	1	00101	5	10
1	0	0	1	0	0	00100	4	15
0	0	1	1	0	0	01100	12	20
1	0	1	1	0	1	01101	13	30
0	0	1	1	1	1	01111	15	40
1	0	1	1	1	0	01110	14	50
0	0	1	0	1	0	01010	10	60
1	0	1	0	1	1	01011	11	70
0	0	1	0	0	1	01001	9	80
1	0	1	0	0	0	01000	8	90
0	1	1	0	0	0	11000	24	95
1	1	1	0	0	1	11001	25	100
0	1	1	0	1	1	11011	27	105
1	1	1	0	1	0	11010	26	110
0	1	1	1	1	0	11110	30	120

参看表 4-13 最右侧两列，可以找出开关位置对应 R0215 格雷码输出和倍率的关系，见表 4-14。

表 4-14　程序倍率对应表

开关位置	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
倍率值(%)	0	1	4	2	15	10	6	8	90	80	60	70	20	30	50	40	0	0	0	0	0	0	0	0	95	100	110	105	0	0	120

根据 PMC－SB 版本功能，对于倍率开关与实际倍率输出的关系，可以使用 SUB27 CODB 二进制代码转换功能，SUB27 中的代码对应表是根据输入信号（本例为 R0215），不同的输入组码，对应不同的输出代码（倍率值）。在编辑 SUB27 模块时，首先设置表的长度（本例表长为 31，从 0～30，共 31 个），PMC 编程器中会在 SUB27 模块下出现一个表长为 31 的对应表，对应 0～31 输入相应的值，参照表 4-14，填入数值。

梯形图最左侧的列 000、003、006、009、012、027 和 030 表示开关的位置（实际上是开关不同位置时的格雷码数值）的地址，右边对应的是每行 3 个位置的（000、001、002…）的表格，见表 4-15。

表 4-15　SUB27 CODB 数据转换表

地址起始列	000	001	002
倍率值	00000	00001	00004
地址起始列	003	004	005
倍率值	00002	00015	00010
地址起始列	006	007	008
倍率值	00006	00008	00090
…	…	…	…
地址起始列	027	028	029
倍率值	00105	00000	00000
地址起始列	030		
倍率值	00120		

程序进给倍率编程实例如图 4-21 所示。

JOG 进给速率处理 PMC 程序实例如图 4-22 所示。传统方式编制梯形图，如图 4-19 所示 JOG（点动）倍率编程方法。但是旋转开关是“多重身份”的，对于一个开关（点）信号输入，多重输出，即快速倍率＊HROV0～＊HROV7，JOG 进给倍率＊JV0～＊JV13，＊FV0～＊FV7，结合图 4-19 倍率中输出点 R0004.0～R0005.7 以及 R0007.2～R0007.6 共 21 个点，转到图 4-22 作为输入点，可以组合成不同的输出形式。

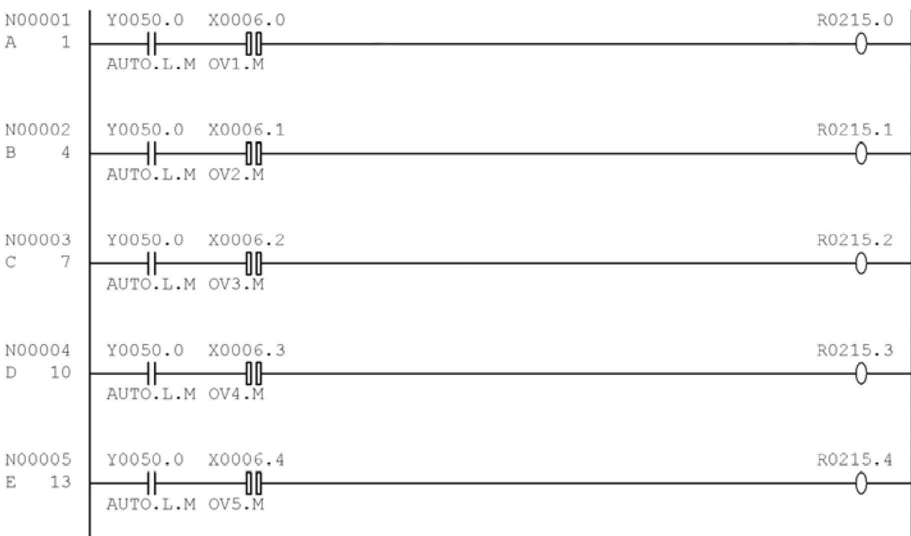


图 4-21　程序进给倍率编程实例

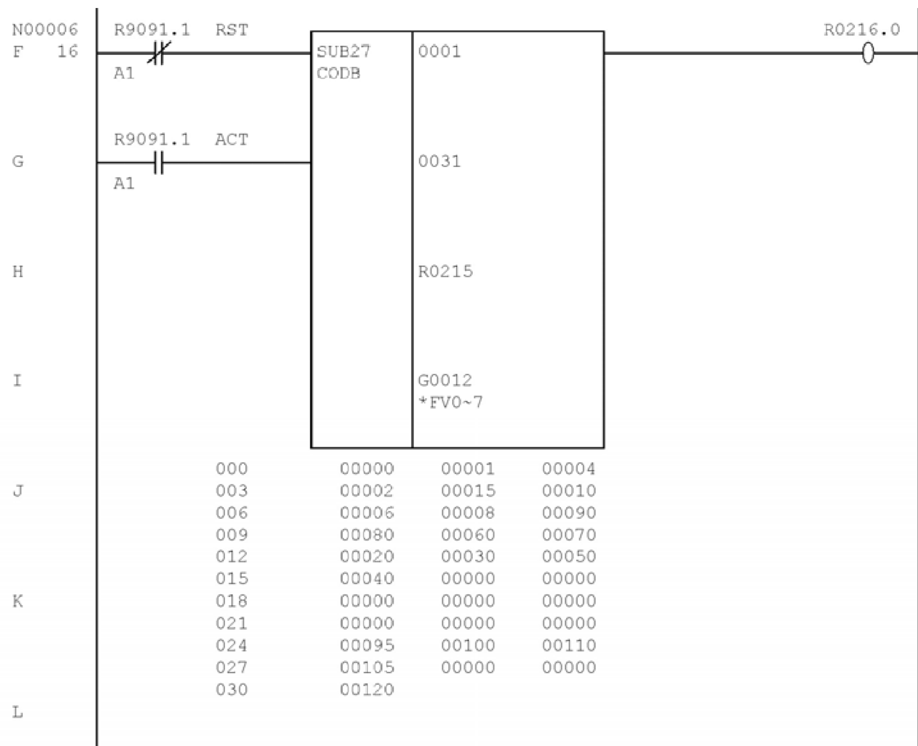


图4-21　程序进给倍率编程实例（续）

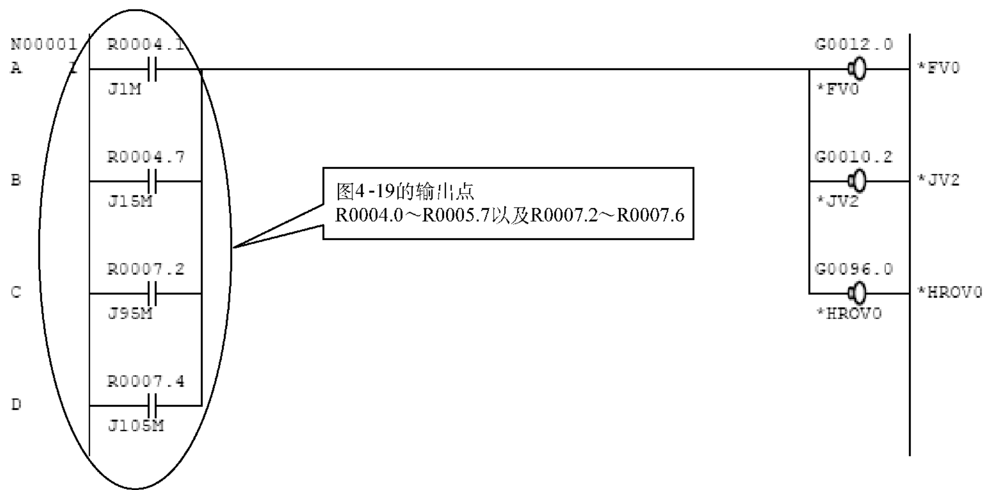


图4-22　JOG进给速率处理PMC程序实例

旋转开关格雷码与开关倍率对应关系如图4-23所示。

图4-19～图4-22说明：参见表4-12，如果要使机床按照15%的进给倍率（G01时）运行，必须使＊FV0（G0012.0）、＊FV1（G0012.1）、＊FV2（G0012.2）、＊FV3（G0012.3）4个地址同时触发，而＊FV0（G0012.0）触发时，J1M、J15M、J95M、J105M之一闭合即可触发＊FV0（G0012.0），参见图4-22右侧输出第1行。

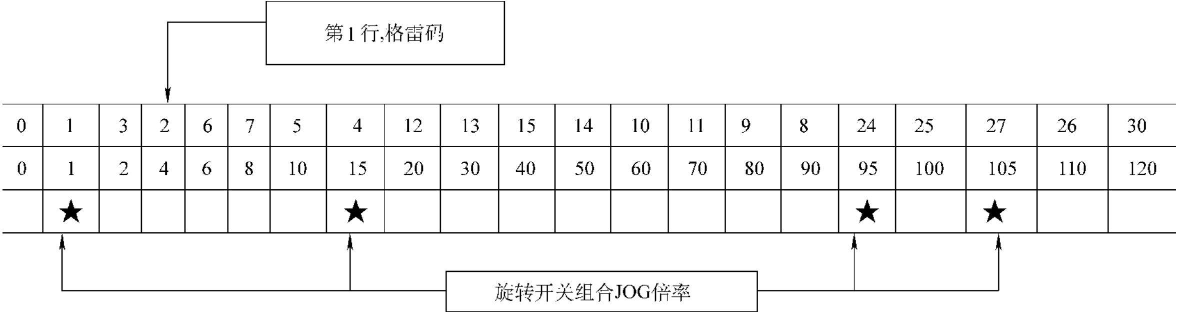


图 4-23　旋转开关格雷码与开关倍率对应关系

同理，如果要使机床按照 1500mm/min 的点动（JOG）速率运行，必须使 * JV2（G0010.2）、* JV3（G0010.3）、* JV4（G0010.4）、* JV6（G0010.6）、* JV7（G0010.7）、* JV8（G0011.0）、* JV10（G0011.2）7 个地址同时出发（见表 4-11），而 * JV2（G0010.2）触发时，J1M、J15M、J95M、J105M 之一闭合即可触发 * JV2（G0010.2），参见图 4-22 右侧输出第 2 行。

如果要使机床按照 15% 的快速倍率（G0000 时）运行，必须使 * HROV0（G0096.0）、* HROV1（G0096.1）、* HROV2（G0096.2）、* HROV3（G0096.3）4 个地址同时触发（见表 4-8），而 * HROV0（G0096.0）触发时，J1M、J15M、J95M、J105M 之一闭合即可触发 * HROV0（G0096.0），参见图 4-22 右侧输出第 3 行。

同理，如果使 * FV1 输出，则输入端只要 R0004.2、R0004.4、R0004.6、R0004.7、R0005.1、R0005.3、R0005.5、R0005.7、R0007.2、R0007.5 这些信号之一激活，便可实现，如图 4-24 所示。

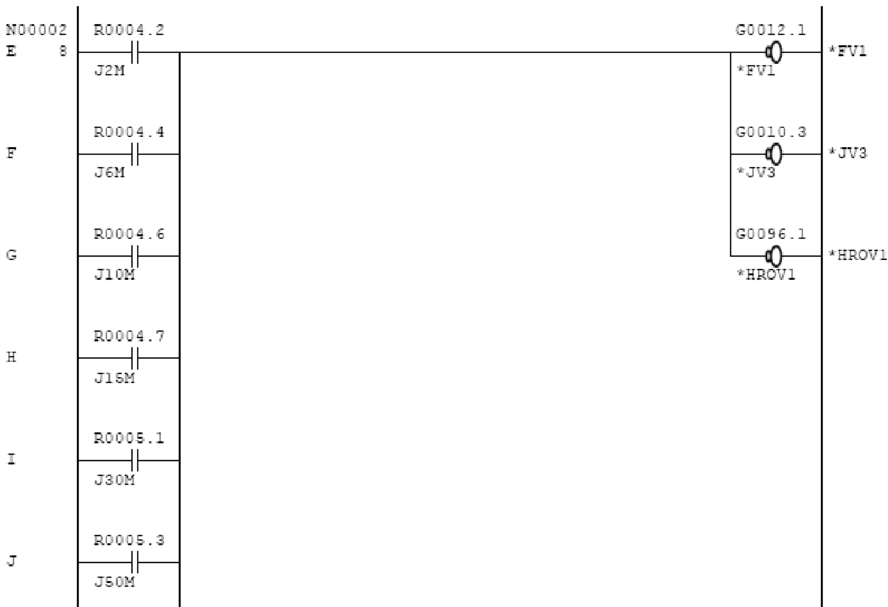


图 4-24　* FV1 激活时的条件



图 4-24　＊FV1 激活时的条件（续）

4.11　倍率取消

1. 概述

倍率取消信号激活后，不论倍率开关置于何种位置，也即开关 X*m*. *n* 点输出何种格雷码，进给倍率不起作用，速度倍率固定在 100%，该信号用于攻螺纹中的螺纹加工（防止乱扣）。

2. 信号说明

倍率取消 OVC < G0006#4 >

[类别] 输入信号。

[功能] 进给速度倍率固定为 100%。

[动作] 信号为“1”时，CNC 操作如下：不管进给速度倍率信号如何，进给速度倍率固定为 100%，快速移动倍率和主轴速度倍率不受影响。

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
G0006				OVC				

4.12　主轴速度控制

1. 概述

主轴速度倍率信号用于控制主轴旋转速度，并按照 50% ~120% 的范围调速。

2. 信号地址

主轴速度倍率 SOV0 ~ SOV7 < G0030 >

[类别] 输入信号。

[功能] 主轴速度倍率信号使指令的主轴速度 S 值乘以 50% ~120% 的倍率，倍率单位为 10%。

［动作］倍率值为 8 位二进制代码，为 SOV7 ~ SOV0。

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
G0030	SOV7	SOV6	SOV5	SOV4	SOV3	SOV2	SOV1	SOV0

主轴速度倍率信号对照见表 4-16。

表 4-16　主轴速度倍率信号对照表

主轴波段开关					R 地址（例）	开关位
X0051.0	X0050.7	X0050.6	格雷码	对照表		
0	0	0	000	0	91.0	50
0	0	1	001	1	91.1	60
0	1	1	011	3	91.2	70
0	1	0	010	2	91.3	80
1	1	0	110	6	91.4	90
1	1	1	111	7	91.5	100
1	0	1	101	5	91.6	110
1	0	0	100	4	91.7	120

在下列情况下主轴速度倍率功能无效（强制 100% 的倍率）：

1）攻螺纹循环（M 系列：G0084，G0074；T 系列：G0084，G0088）。

2）螺纹切削（M 系列：G0033；T 系列：G0032，G0092，G0076）。

在设定参数 TSO = 1（No. 3708#6）后，主轴倍率在攻螺纹循环和螺纹切削时有效。主轴倍率是否在刚性攻螺纹时有效取决于刚性攻螺纹的相关设定。当不使用该功能（TSO = 0）时，倍率指定为 100%；否则倍率为 0，从而禁止主轴旋转。

主轴倍率控制开关（见图 4-25）是独立的格雷码开关，范围可以为 50% ~ 120%（FANUC 标准操作面板），也可以为 0 ~ 150%，具体使用取决于机床厂定义。

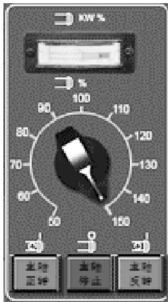


图 4-25　主轴倍率控制开关

参照表 4-16 找出格雷码与倍率的关系见表 4-17（主轴倍率为 50% ~ 120%）。

表 4-17　主轴旋转开关格雷码与倍率的关系表

格雷码	0	1	2	3	4	5	6	7
倍率（%）	50	60	80	70	120	110	90	100

3. 主轴速度倍率控制 PMC 程序

根据表 4-17 中的对应关系，采用二进制译码 SUB27 CODB 编制主轴倍率梯形图如图 4-26所示。

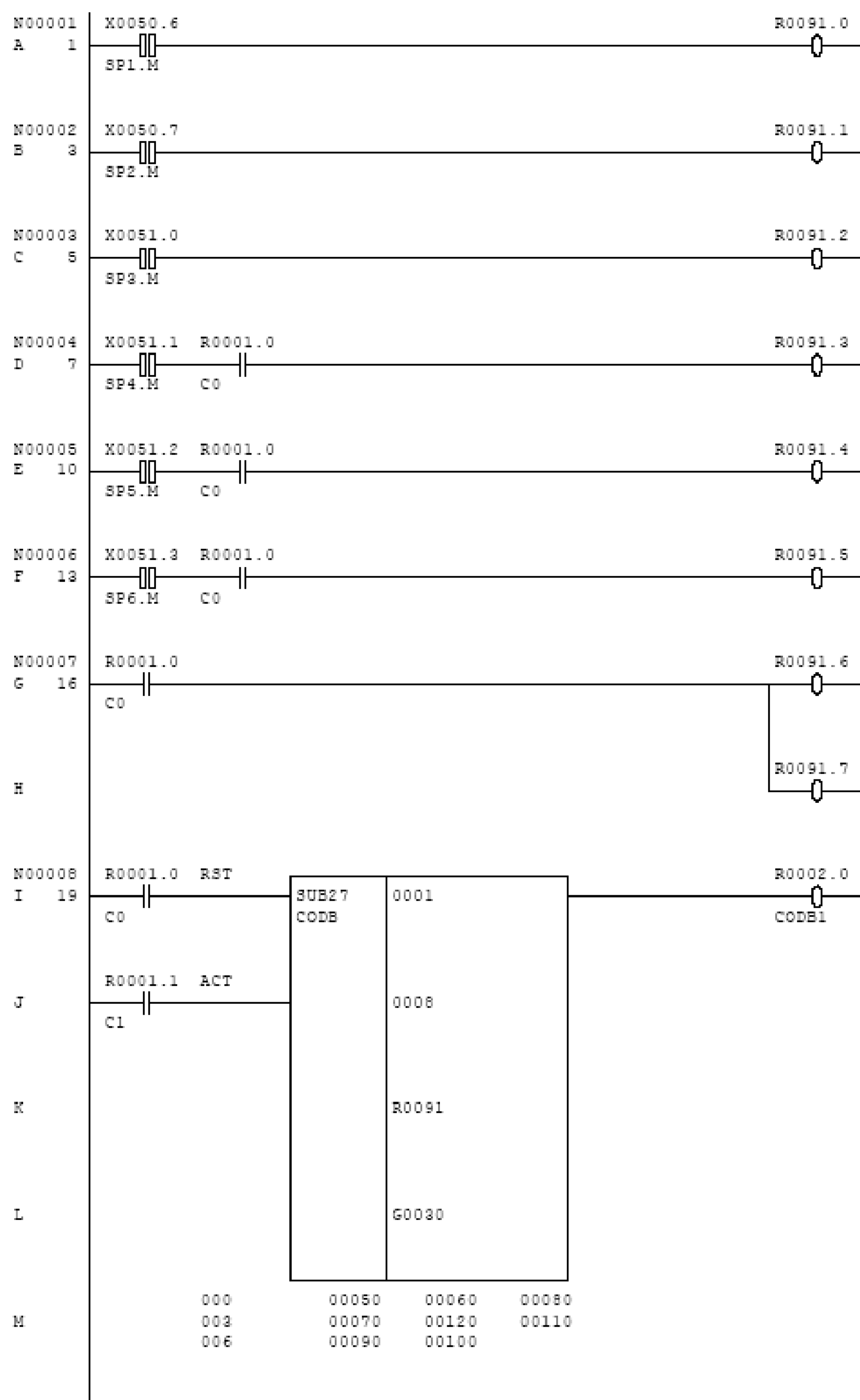


图 4-26　二进制译码控制主轴速度倍率 PMC 程序

4.13　手轮控制

1. 概述

手轮控制，即手摇脉冲发生器工作时，需要激活：

1）手轮进给选择信号。

2）手轮轴选择信号。

3）手轮倍率信号。

4）手轮中断信号。

2. 信号说明

1）手轮方式选择（见表 4-18）信号实际上在 4.7 节方式选择中已说明，见表 4-2。

表 4-18　手轮方式选择

	方式	信号状态				
		MD4	MD2	MD1	DNC1	ZRN
	地址	G0043.2	G0043.1	G0043.0	G0043.5	G0043.7
1	编辑（EDIT）	0	1	1	0	0
2	自动方式（MEM）	0	0	1	0	0
3	手动数据输入（MDI）	0	0	0	0	0
4	手轮/增量进给（HANDLE/INC）	1	0	0	0	0
…	……	…	…	…	…	…
9	手动返回参考点（REF）	1	0	1	0	1

也即 MD4 信号为 1（G43.2 = 1）。

2）手轮进给轴选择信号 HS*nx* 见表 4-19。

表 4-19　手轮进给轴选择信号对照表

手轮进给	手轮进给轴选择信号	第 1 手轮	HS1A ~ HS1D	G0018#0 ~ G0018#3
		第 2 手轮	HS2A ~ HS2D	G0018#4 ~ G0018#7
		第 3 手轮	HS3A ~ HS3D	G0019#0 ~ G0018#3

使用手轮时，进给轴选择信号及其地址见表 4-20。

表 4-20　手轮进给轴选择信号地址对照表

地址	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
G0018	HS2D	HS2C	HS2B	HS2A	HS1D	HS1C	HS1B	HS1A
G0019	—	—	—	—	HS3D	HS3C	HS3B	HS3A

轴选通条件见下表 4-21。

表 4-21　手轮轴选信号含义对照表

HS*x*D	HS*x*C	HS*x*B	HS*x*A	选择轴
0	0	0	0	无轴选通
0	0	0	1	第 1 轴
0	0	1	0	第 2 轴
0	0	1	1	第 3 轴
0	1	0	0	第 4 轴
0	1	0	1	第 5 轴
0	1	1	0	第 6 轴
0	1	1	1	第 7 轴
1	0	0	0	第 8 轴

用以下参数设定手摇脉冲发生器的使用台数：

7110	手摇脉冲发生器使用台数

手轮进给倍率信号：MP1，MP2。

用倍率开关，切换手轮进给每一步的移动量，见表 4-22：

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
G0019			MP2	MP1				

表 4-22　手轮倍率信号对照表

MP2	MP1	手轮倍率	备　　注
0	0	×1	未带手轮进给功能时，作增量进给移动距离的切换信号使用
0	1	×10	
1	0	×M	
1	1	×N	

用以下参数设定手轮进给的倍率 M 和 N：

参数 7113	手轮进给的倍率 $M=1\sim127$
参数 7114	手轮进给的倍率 $N=1\sim1000$

3. 使用实例

手轮工作状态设定 PMC 控制程序举例如图 4-27 和图 4-28 所示。

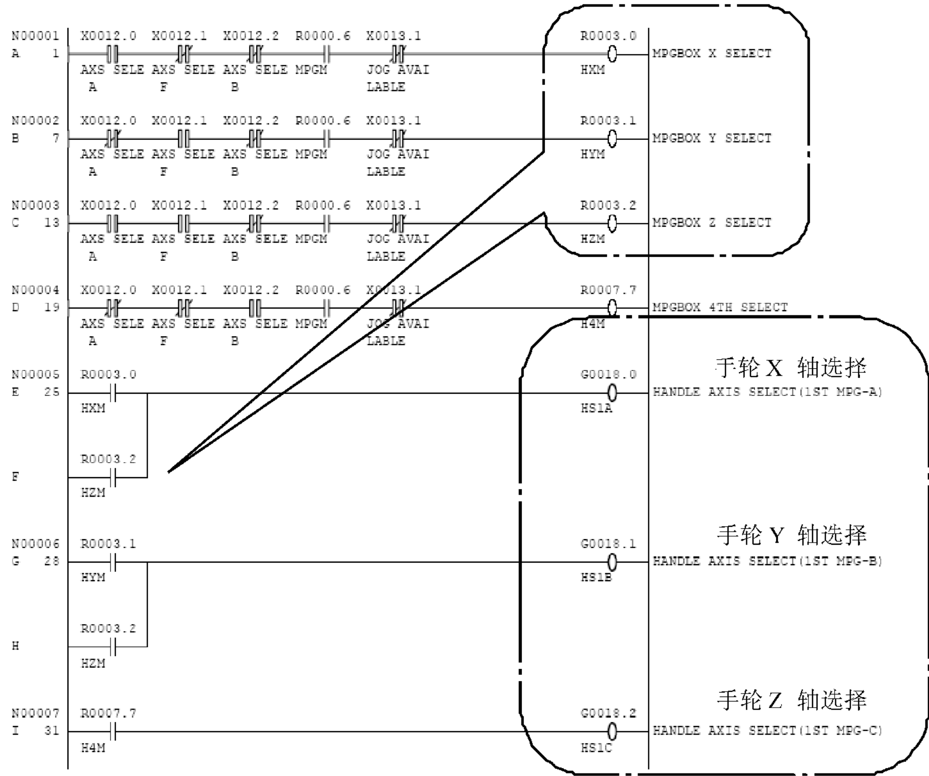


图 4-27　手轮轴选择程序

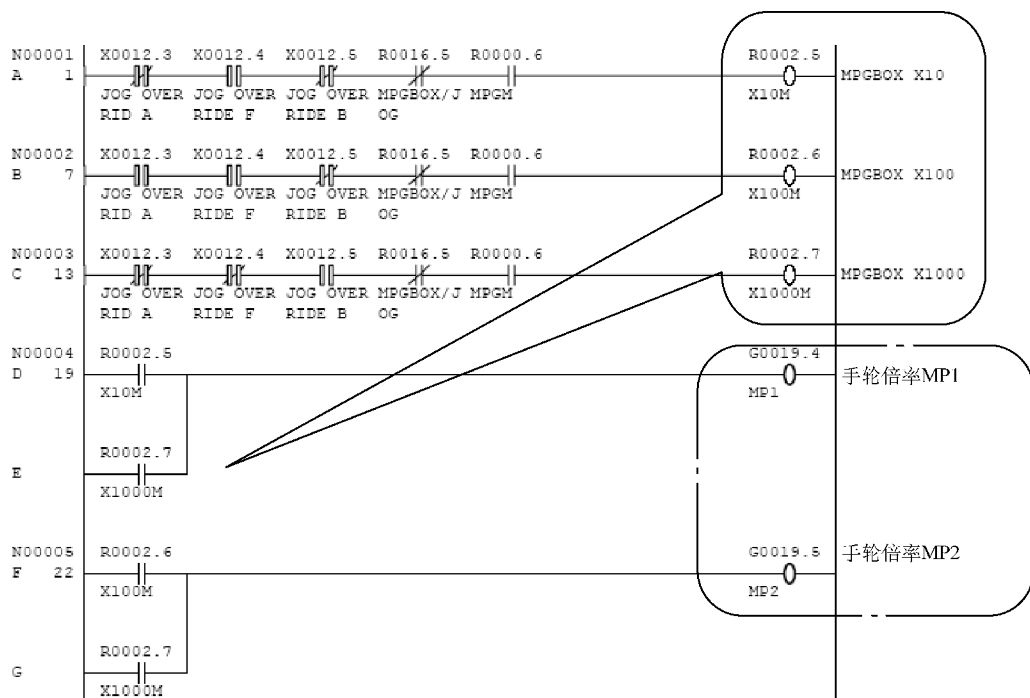


图 4-28　手轮倍率选择程序

4.14　手动返回参考点

1. 概述

所谓增量方式回零，就是采用增量式编码器，工作台快速接近时经减速档块减速后低速寻找栅格作为机床零点。

在手动返回参考点方式下，如果将进给轴和方向选择信号置为 1，机床则沿着参数 ZMI（No. 1006 第 5 位）所设定的方向移动，一直到该轴到达参考点。

手动参考点返回是使用栅格方式完成的，参考位置取决于电子栅格，电子栅格决定于接收到的位置检测的一转信号。增量返回参考点过程如图 4-29 所示。

2. 信号说明

FANUC 系统实现回零必须满足下面的条件：

1）回参考点（ZRN）方式有效：对应 PMC 地址 G0043.7 = 1，同时 G0043.0（MD1）和 G0043.2（MD4）同时 = 1。

2）轴选择（ ± Jx）有效：对应 PMC 地址 G0100 ~ G0102 = 1。

3）减速开关触发（ * DEC*x*）：对应 PMC 地址 X0009.0 ~ X0009.3 或 G0196.0 ~ G0196.3 从 1 到 0 再到 1。

4）电气栅格被读入，找到参考点。

5）参考点建立，CNC 向 PMC 发出完成信号 ZP4 内部地址 F094、ZRF1、内部地址 F120。

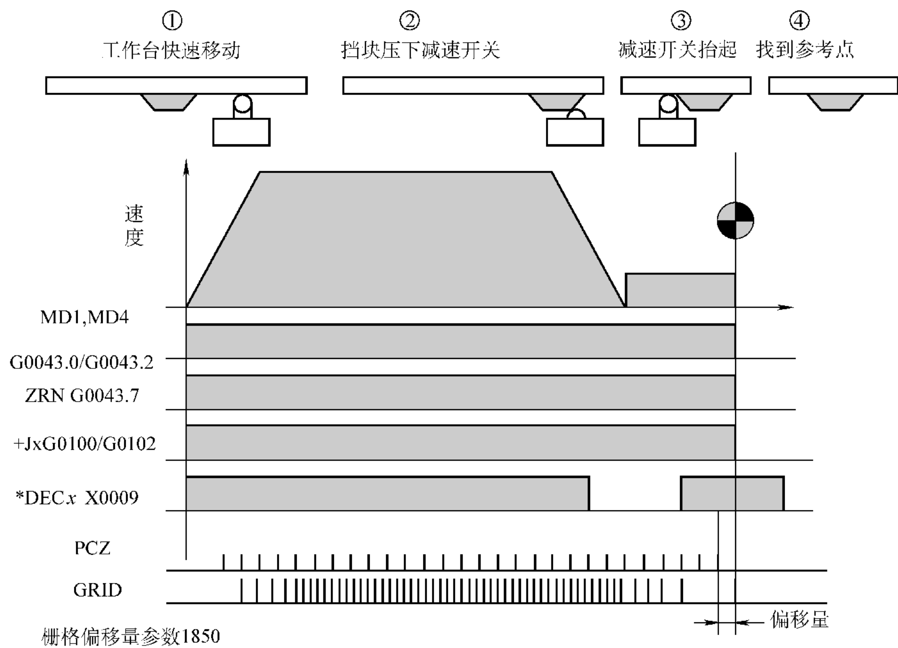


图 4-29　增量返回参考点过程

手动返回参考点控制信号对照见表 4-23。

表 4-23　手动返回参考点控制信号对照表

手动返回参考点位置	手动返回参考点选择信号	ZRN	G0043#7
	JOG 方式	MD1，MD4	G0043#0，G0043#2
	轴选通	+J（+X，+Y，+Z…）	G0100#0，G0100#1，G0100#2，…
		-J（-X，-Y，-Z…）	G0102#0，G0102#1，G0102#2，…
	手动返回参考点选择检测信号	MREF	F0004#5
	手动返回参考点减速信号	＊DEC1 ~ ＊DEC4	X0009
	手动返回参考点结束信号，该信号通知机床已经处于该轴的参考点上	ZP1 ~ ZP4 第 1 参考点结束 ZP21 ~ ZP24 第 2 参考点结束 ZP31 ~ ZP34 第 3 参考点结束	F0094#0 ~ F0094#4 F0096#0 ~ F0096#4 F0098#0 ~ F0098#4
	参考点建立信号	ZRF1 ~ ZRF4	F0120

3. 与增量式参考点返回相关参数

1850	各轴的栅格偏移量

该参数通过参考计数器溢出，在光学栅格的基础上设置电气栅格的偏移，用于调整机床参考点。

[数据形式] 双字轴型。

[数据单位] 检测单位。

[数据范围] 0 ~ 99999999。

注意，设定的栅格偏移量绝对值应小于参考计数器容量（参数 No. 1821）的最大值。

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
1002							DLZ	

回零方式设定：有/无挡块回零（所有轴共用参数）。

#1（DLZ）：0 为使用挡块回参考点（增量式回零），1 为使用无挡块方式回参考点。

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
1005							DLZ*x*	ZRN*x*

回零方式设定：有/无挡块回零（各轴共用参数）。

#1（DLZ*x*）：0 为使用挡块回参考点，1 为各轴使用无挡块参考点（PRM1002#1 =0 时有效，可对各轴进行选择）。

#0（ZRN*x*）通电后，未建立参考点时，在自动运行中指令除 G0028（自动回参考点）以外的轴移动指令时：0 为发生报警 224 信号，禁止轴移动，1 为不发生报警，允许轴移动。

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
1006			ZMI*x*					

回零方向参数（各轴共用参数）。

#5（ZMI*x*）：0 为回参考点方向为正方向，1 为回参考点方向为负方向。

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
3003			DEC*x*					

回零开关“正”、“负”逻辑设定（各轴公用参数）。

#5（DEC*x*）回参考点用减速信号 * DEC*n*（ * DEC1， * DEC2）：0 为标准规格的负逻辑（信号状态为“0”进行减速），1 为标准规格的正逻辑（信号状态为“1”进行减速）。

4. 增量返回参考点 PMC 程序实例（见图 4-30）

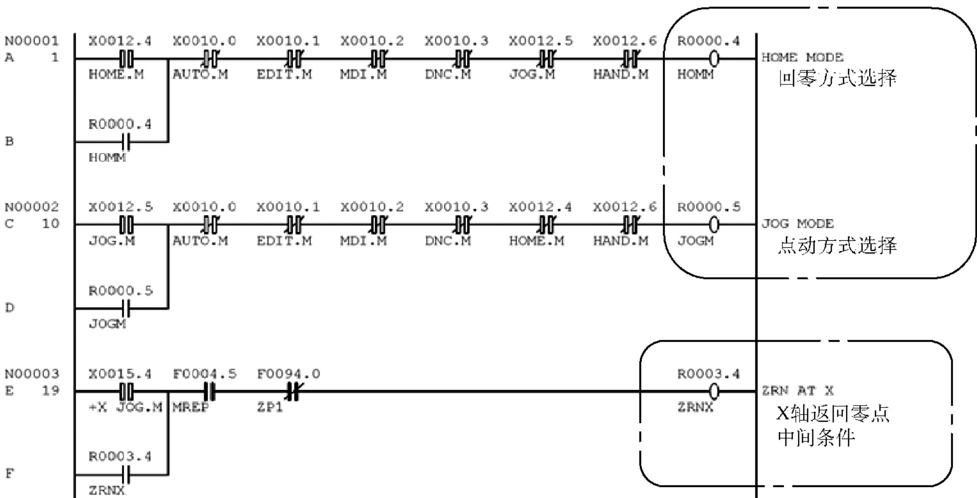


图 4-30　增量返回参考点编程实例

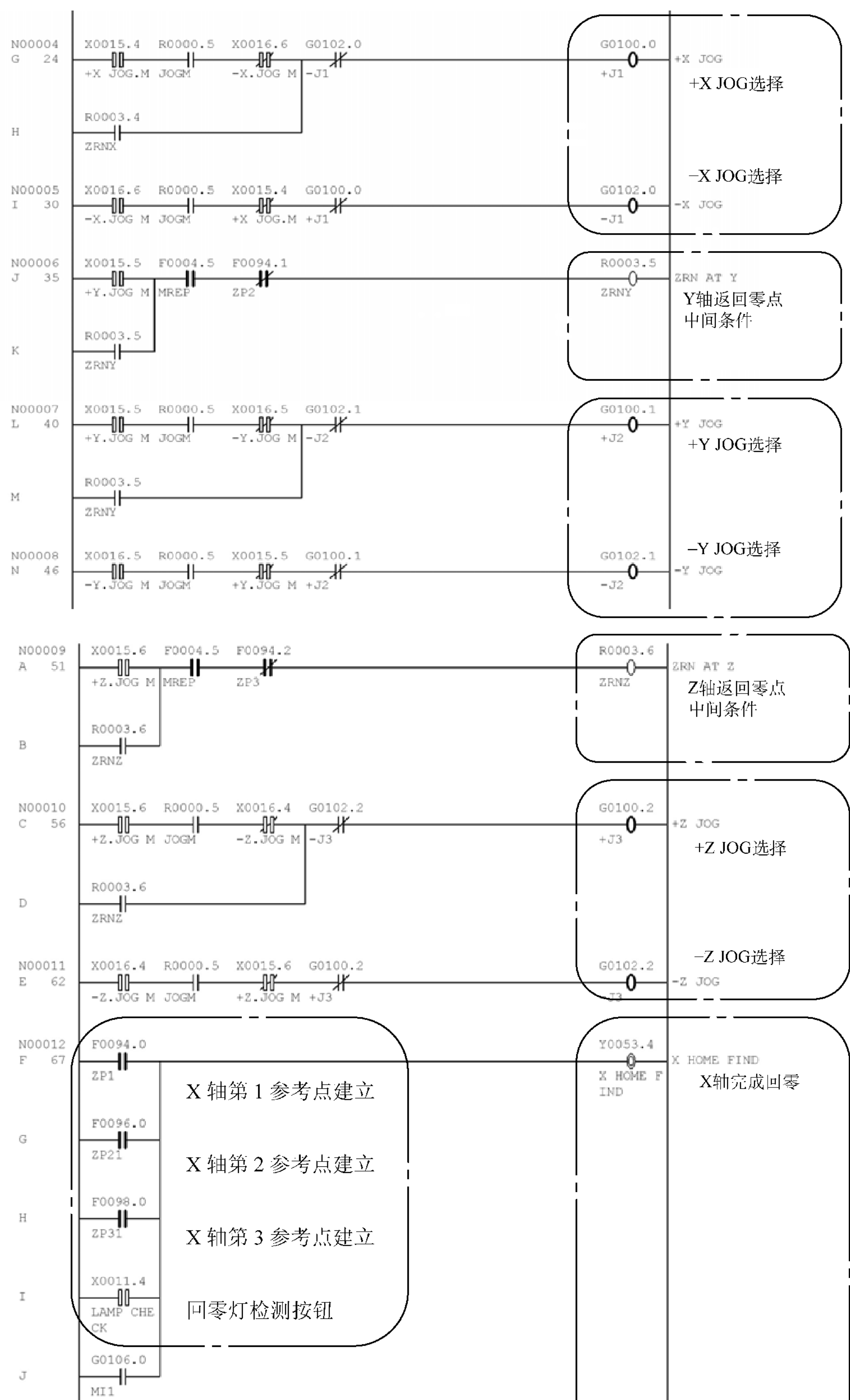


图 4-30　增量返回参考点编程实例（续 1）

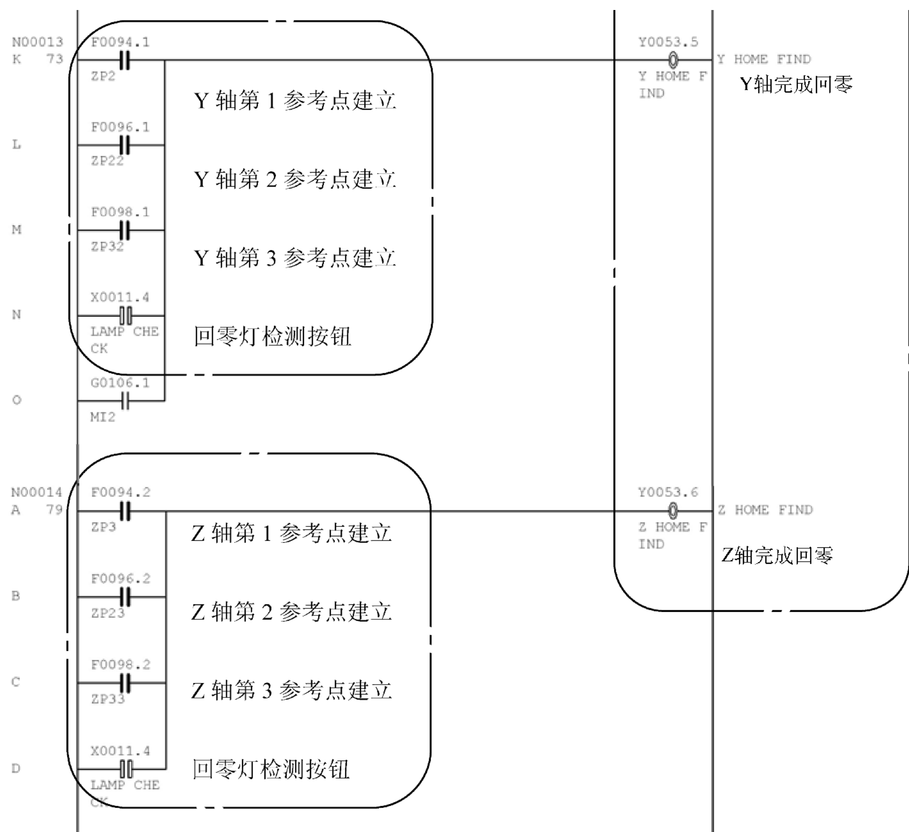


图 4-30　增量返回参考点编程实例（续 2）

4.15　辅助功能代码处理

1. 概述

FANUC 系统定义辅助代码为 M、S、T、B，M 代码用于机床外围动作的执行（非定位、插补运动），S 代码用于主轴速度控制，T 代码用于刀具的检索、管理，B 代码用于转台控制等。

2. 信号说明

M、S、T、B 代码信号地址分配见表 4-24 以及表 4-25。

（1）输出信号表（CNC ⟶PMC）

表 4-24　M、S、T、B 指令控制信号对照表

功能	程序地址	输出信号	程序指令	PMC 地址
辅助功能	M	辅助功能代码信号	M00 ~ M31	F0010 ~ F0013
		辅助功能选通信号 M 译码信号	MF	F0007#0
			DM00	F0009#7
			DM01	F0009#6
			DM02	F0009#5
			DM30	F0009#4

（续）

功能	程序地址	输出信号	程序指令	PMC 地址
主轴速度功能	S	主轴功能代码信号	S00 ~ S31	F0022 ~ F0025
刀具功能	T	主轴功能选通信号	SF	F0007#2
		刀具功能代码信号	T00 ~ T31	F0026 ~ F0029
		刀具功能选通信号	TF	F0007#3
第 2 辅助功能	B	第 2 辅助功能代码信号	B00 ~ B31	F0030 ~ F0033
			BF	F0007#4（T）
			BF	F0007#7（M）
触发信号	—	结束信号	FIN	G0004#3
		分配结束信号	DEN	F0001#3

（2）输入信号表（PMC ——→CNC）

表 4-25　M、S、T、B 指令结束信号对照表

	输入信号	代码	地址	T（车床）	M（铣床）
高速 M/S/T/B 接口	辅助功能结束信号	MFIN	G0005#0	○	—
	主轴功能结束信号	SFIN	G0005#2	○	○
	刀具功能结束信号	TFIN	G0005#3	○	○
辅助功能	第 2 辅助功能结束信号（车）	BFIN	G0005#4	○	—
	第 2 辅助功能结束信号（铣）	BFIN	G0005#7	—	○
	结束信号	FIN	G0004#3	○	○

注：○表示 T（车）或 M（铣）系统可选项，—表示不可选。

1）M 代码的译码地址：M00 ~ M31 < F0010 ~ F0013 >。

辅助功能选通信号：MF < F0007#0 >。

2）S 代码的译码地址：S00 ~ S31 < F0022 ~ F0025 >。

主轴功能选通信号：MF < F0007#2 >。

3）T 代码的译码地址：T00 ~ T31 < F0026 ~ F0029 >。

刀具功能选通信号：TF < F0007#3 >。

4）B 代码的译码地址：B00 ~ B31 < F0030 ~ F0033 >。

B 轴功能选通信号：BF < F0007#4 >（T 系列），BF < F0007#7 >（M 系列）。

虽然各功能使用不同的编程地址和不同的信号，但输入、输出信号的方法都是相同的，其工作过程如下：

1）在程序中指定 M（S、T、B）×××：对于×××，各功能可指定的位数分别用参数 No. 3030 ~ No. 3033 设定，如果指定的位数超过了设定值，就发生报警。

2）送出代码信号 M00 ~ M31 后，经过参数 No. 3010 设定时间 TMF（标准值为 16ms），选通信号 MF 置为 1。代码信号是用二进制表达的程序指令值×××。

3）如果 M 代码（辅助功能）与移动、暂停、主轴速度出现在同一程序段，当发出辅助功能代码时，先执行其他（移动、暂停或主轴速度）指令，之后才执行 M 代码辅助功能。

4）当选通信号“MF”置 1 时，PMC 读取代码信号并执行相应的操作。

5）在一个程序段中指定的移动、暂停或其他功能结束后，需等待分配结束信号 DEN 置 1，才能执行另一个操作。

6）操作结束后，PMC 将结束信号 FIN 设定为 1。结束信号用于辅助功能、主轴速度功能、刀具功能、第 2 辅助功能、下面叙述的外部操作功能和其他功能。如果同时执行这些功能，必须等到所有功能都结束后，结束信号才能设定为 1。

7）如果结束信号为 1 的持续时间超过了参数 No. 3011 所设定的时间周期 TFIN（标准值为 16ms），CNC 将选通信号置为 0，并通知已收到了结束信号。

8）当选通信号为 0 时，在 PMC 中将结束信号 FIN 置为 0。

9）当结束信号 FIN 为 0 时，CNC 将所有代码信号置为 0，并结束辅助功能的全部顺序操作。

10）一旦同一程序段中的其他指令操作都已完成，CNC 就执行下一个程序段。

① 执行刀具功能时，可编程的刀具号由代码信号送出（T 系列）。

② 执行主轴速度功能、刀具功能或第 2 辅助功能时，代码信号一直保持，直到指定了相应功能新的代码为止。

4. 15. 1　辅助功能 M 代码的功能与控制过程

M 代码作为辅助功能，控制机床外围辅助动作，如工作台卡紧/松开、冷却液开/关、主轴定向、机械手换刀、工作台交换等。

如图 4-31 所示，系统处理 M 指令的工作过程包括：

① CNC 将指令发至 PMC。

② CNC 发出 M 代码触发信号 MF。

③ PMC 接到 MF 后开始译码，译码结果输出到 Y 地址。

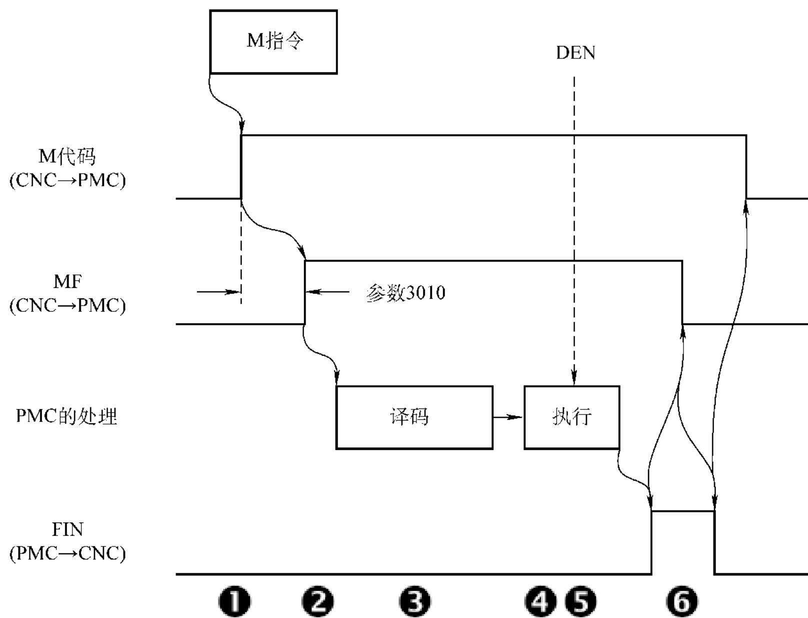


图 4-31　系统处理 M 指令的工作过程示意图

④ 并至接口电路，同时产生 DEN 信号，驱动执行元件完成机械动作。

⑤ 当外围动作完成后（有时有到位开关确认 X 信号），发出 MFIN 信号。

⑥ 最后通知 M 功能完成。

下面举例说明卧式加工中心转台卡紧/松开的工作过程，如图 4-32 所示，转台卡紧时，执行 M10。

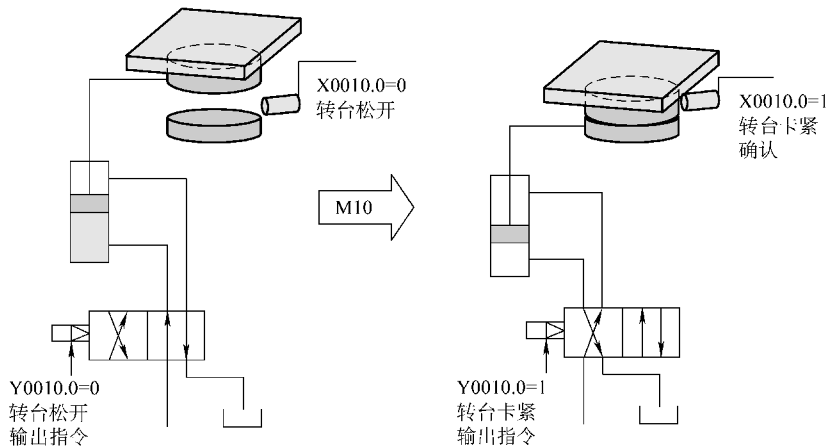


图 4-32　卧式加工中心转台卡紧/松开工作过程示意图

如图 4-32 所示，转台卡紧工作过程流程可描述为如图 4-33 所示流程图。

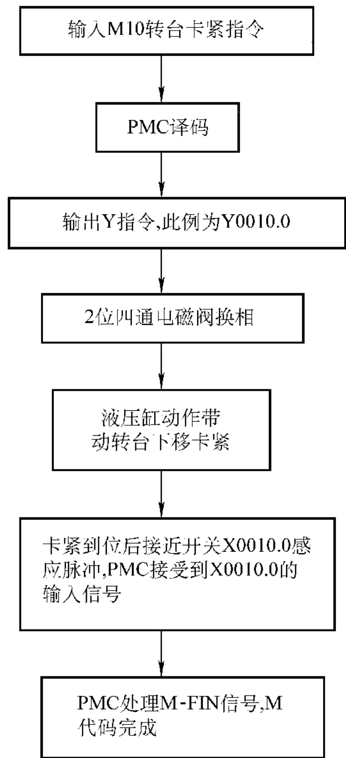


图 4-33　转台卡紧工作过程流程图

4.15.2 M 代码译码

程序指令输出 M 代码时，CNC 输出到 PMC 中的 M 代码用 4B（32bit）的二进制代码表示，见表 4-26。

表 4-26 M 代码信号表

F0010	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
F0011	2^{15}	2^{14}	2^{13}	2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8
F0012	2^{23}	2^{22}	2^{21}	2^{20}	2^{19}	2^{18}	2^{17}	2^{16}
F0013	2^{31}	2^{30}	2^{29}	2^{28}	2^{27}	2^{26}	2^{25}	2^{24}

由于是二进制，所以 M10 对应的代码见表 4-27。

表 4-27 M10 对应的代码表

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
F0010	0	0	0	0	1	0	1	0
F0011	0	0	0	0	0	0	0	0
F0012	0	0	0	0	0	0	0	0
F0013	0	0	0	0	0	0	0	0

4.15.3 MF 信号建立

在 M 代码输出后，延迟由参数 3010 所设定的时间输出 M 代码读取指令（MF），如下

PMC 地址	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
F0007								MF

参数	MF 信号的延迟时间（ms）
3010	

MF 信号表示输出的 M 代码信号已确定。使用 FANUC 内装式 PMC 时，该参数值设定为 0。而使用外部 PLC 时，考虑 CNC 一侧驱动回路和另一侧接收回路时间上的差异而确定设定值。

4.15.4 译码处理

PMC 使用 DECB 命令进行 M 代码的译码，一次可连续译 8 个码，PMC 程序如图 4-34 所示。

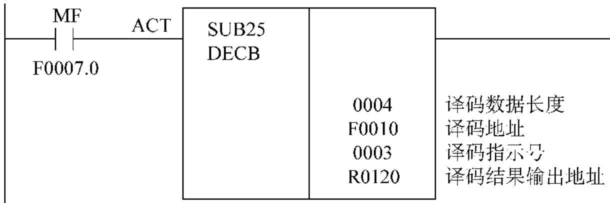


图 4-34 利用 DECB 指令对 M 代码进行译码的 PMC 程序

PMC 地址	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
R0120	DM10	DM09	DM08	DM07	DM06	DM05	DM04	DM03

指令主轴正转（M03）时，R0120.0（DM03 信号）为 1。用 PMC 执行 M 功能，PMC 程序如图 4-35 所示。

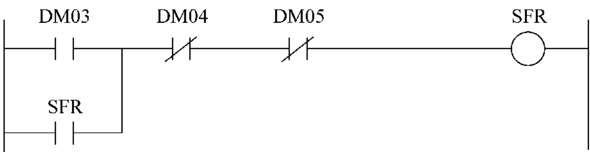


图 4-35　执行 M03 指令实现主轴正转的 PMC 程序

1）执行主轴正转（M03）指令时，主轴正转信号（SFR）变为 1。M 功能结束时，M 代码变为 0，对 M 代码进行译码后的 DM03 信号也变为 0。因此，用 SFR 信号制成保持回路。

2）执行主轴反转（M04）指令或主轴停止（M05）指令时，主轴正转信号（SFR）变为 0。

在同一程序段上有轴移动指令，又有辅助功能（M、S、T、B 功能）指令时，轴移动结束后分配完成信号（DEN）变为 1。

可把此信号加到执行条件上，在轴移动结束时才执行辅助功能，PMC 程序如图 4-36 所示。

PMC 地址	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
F0001					DEN			

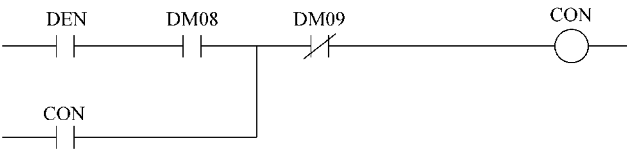


图 4-36　以轴移动结束为条件控制系统执行辅助功能指令的 PMC 程序

用以上 PMC 程序运行 G00 X100.0 M08 时先执行 G00X100.0，然后再执行 M08。

1）执行无轴移动而只有辅助功能的程序段时，已分配完的信号 DEN 立即变为 1。

2）请作好安全准备，以免换刀（M06）指令等被错误指令损坏机床。

4.15.5　FIN 信号处理

M 功能执行结束后，把辅助功能结束信号（FIN）送至 CNC，PMC 程序如图 4-37 所示。

PMC 地址	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
G0004					FIN			

1）辅助功能结束信号（FIN），对于 M、S、T、B 功能是共用信号。在同一程序段上 M、S、T、B 指令同时执行时，所有功能结束后，把辅助功能结束信号（FIN）置 1。

2）SAR 是主轴放大器送出的速度达到信号，SST 是主轴停止信号。

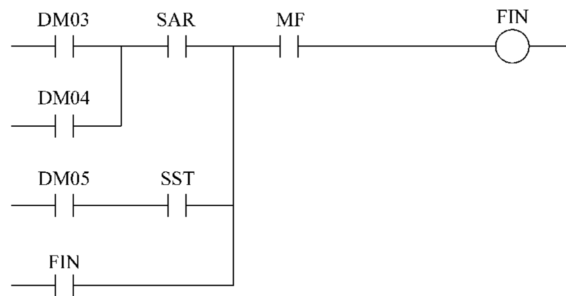


图 4-37　产生辅助功能结束信号的 PMC 程序

参数 3311 设定辅助功能结束信号（FIN）的接收时间宽度，如下：

参数	FIN 信号的接收时间宽度（ms）
3311	

4.15.6　M 代码程序示例（见图 4-38 和图 4-39）

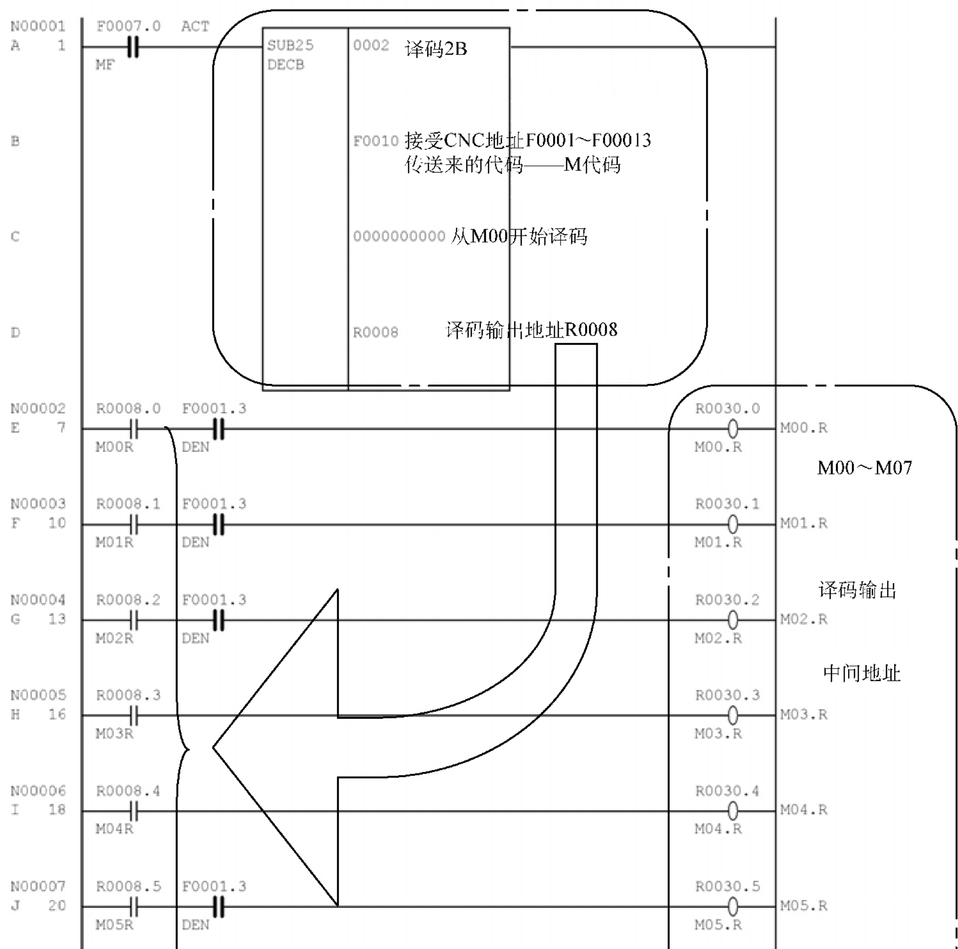


图 4-38　SUB25 DECB 对 M 代码译码

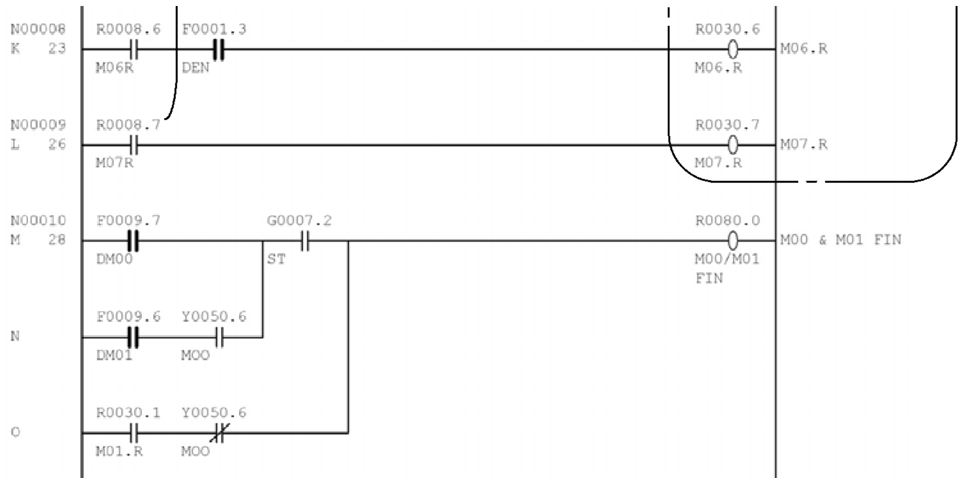


图 4-38　SUB25 DECB 对 M 代码译码（续）

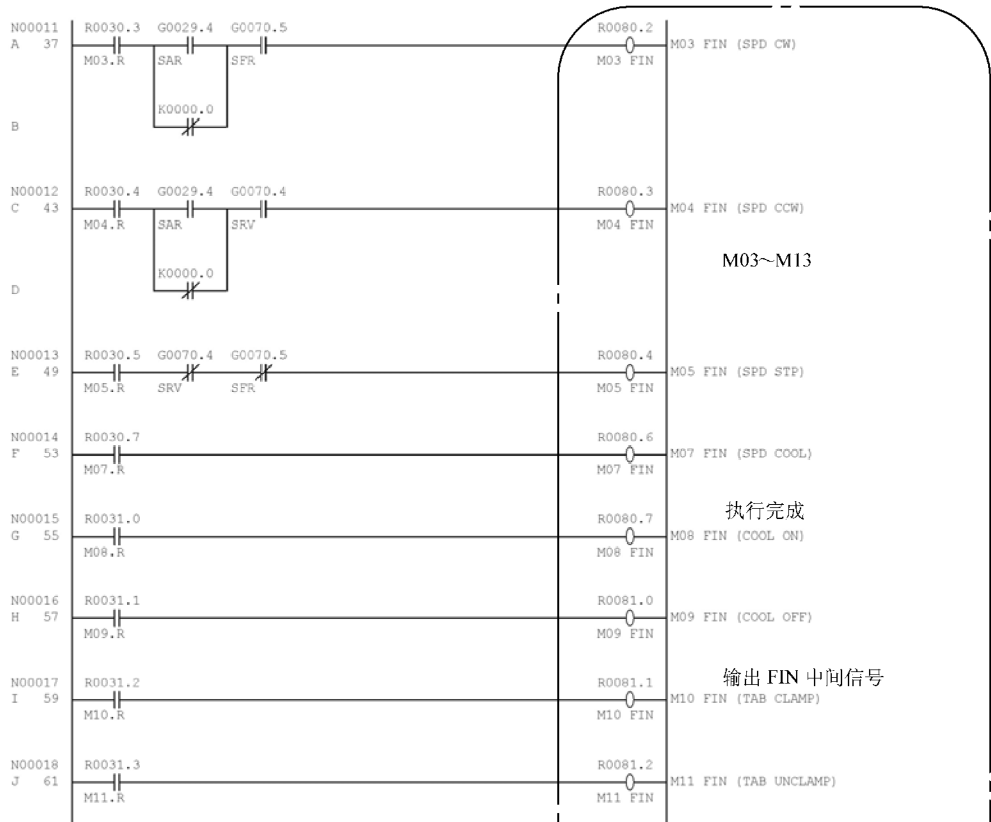


图 4-39　M－FIN 信号的处理

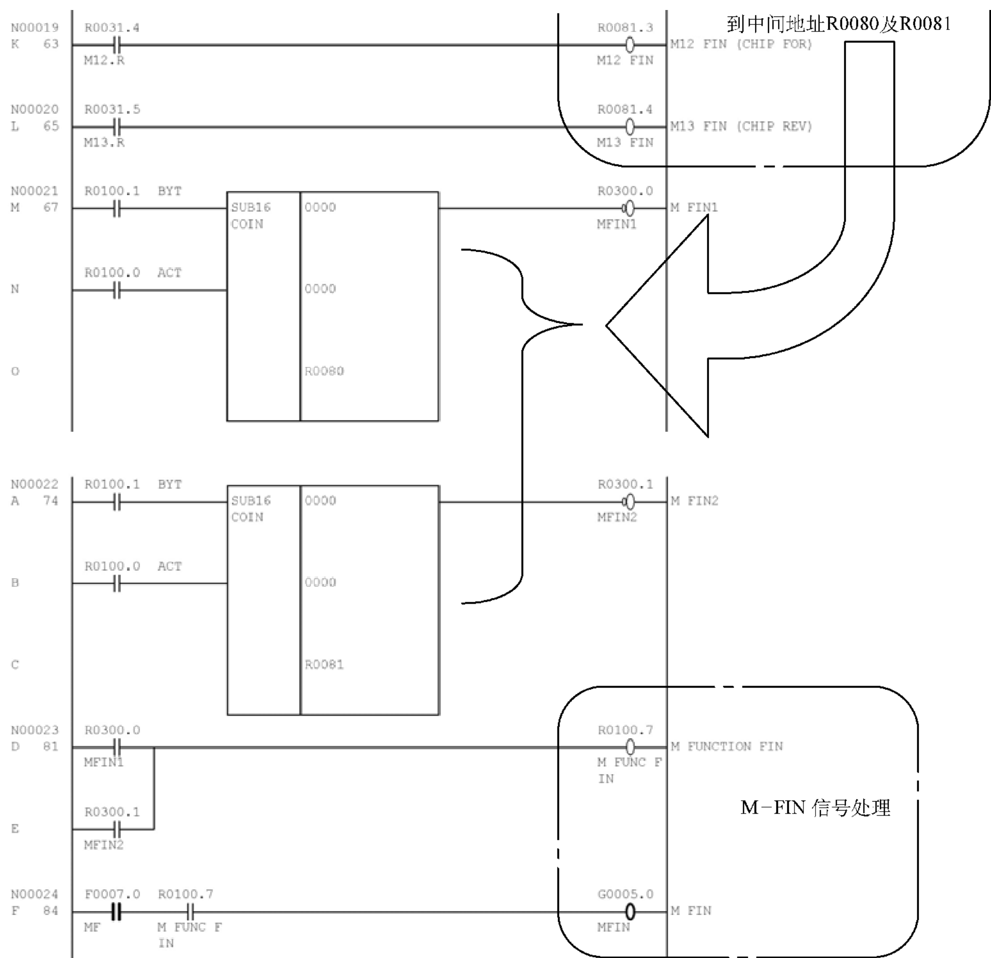


图 4-39　M－FIN 信号的处理（续）

4.16　补充知识——PMC 上处理的数据形式

4.16.1　带符号二进制形式

可进行 1B、2B、4B 长的二进制代码处理，可使用的数值范围见表 4-28。

表 4-28　1B、2B、4B 二进制代码对应的可处理数值范围

数据长度	数据范围（十进制数换算）	备　　注
1B 数据	－128～127	2 的补码表示
2B 数据	－32768～32767	
4B 数据	－2147483648～2147483647	

在顺序程序中指定数据的初始地址和数据长度。

1）在用诊断画面（PMCDGN）确认 2B、4B 长的数据时，地址号大的为高位地址。

2）由 R0100 指定 4B 长的区域时地址和位的关系见表 4-29。

表 4-29　4B 数据的地址和位对照表

		#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
地址	R0100	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
	R0101	2^{15}	2^{14}	2^{13}	2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8
	R0102	2^{23}	2^{22}	2^{21}	2^{20}	2^{19}	2^{18}	2^{17}	2^{16}
	R0103	+/−	2^{30}	2^{29}	2^{28}	2^{27}	2^{26}	2^{25}	2^{24}

例如，用 2B 表示 100 和 −100 时，数值见表 4-30。

表 4-30　2B 二进制数据与十进制数据对应表

十进制数		100	−100	二进制负数需进行补计算
二进制数	+0	01100100	10011100	绝对值取反 +1
	+1	00000000	11111111	最高位为 1 时为负

4.16.2　BCD 码形式（二—十进制）

在十进制数的二—十进制中，用 4 位的二进制数表示十进制数的各位，符号用其他信号进行处理，见表 4-31。

表 4-31　十进制数与其 BCD 码对照表

	位	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
地址	+0	十位				个位			
		80	40	20	10	8	4	2	1
	+1	千位				百位			
		8000	4000	2000	1000	800	400	200	100

例如，十进制数及其对应的 BCD 码见表 4-32。

表 4-32　十进制数转换成 BCD 码示例

十进制数		63	1234
BCD 码	+0	01100011	00110100
	+1	—	00010010

4.16.3　格雷码

目前 FANUC 标准面板配置波段开关均为格雷码编码，每相邻的位置只有一个脉冲变化，目的是减少误差。其时序如图 4-40 所示（4 位格雷码的例子），编码见表 4-33。

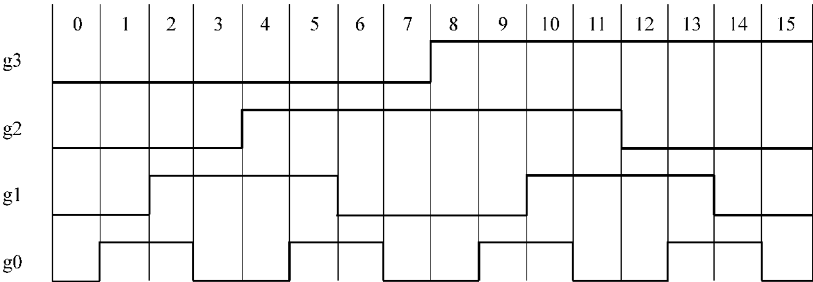


图 4-40　4 位格雷码编码

表 4-33　格雷码编码

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
g3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
g2	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
g1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
g0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0

二进制代码和格雷码的位的对应关系见表 4-34（4 位的例子）。

表 4-34　对应二进制代码编码

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
b3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
b2	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
b1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
b0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

把由旋转开关输入的格雷码变换成二进制代码即成为正常处理用数值，并且程序将容易书写。把格雷码变换成二进制码，使用异或（XOR）的方式，异或逻辑真值表见表 4-35。

表 4-35　异或逻辑真值表

输入 A	输入 B	结果
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

1）最高位的信号 b3 和 g3 是相同的。

2）其下位的信号 b2，可由下式求出：

b2 = g3XORg2

3）接着下位的信号 b1，可由下式求出：

b1 = g3XOR g2XOR g1 = b2XOR g1

4）n 位的信号 bn，可由下式求出：

bn = b(n + 1) XOR gn

把该式用顺序程序书写出来，即变成如图 4-41 所示。

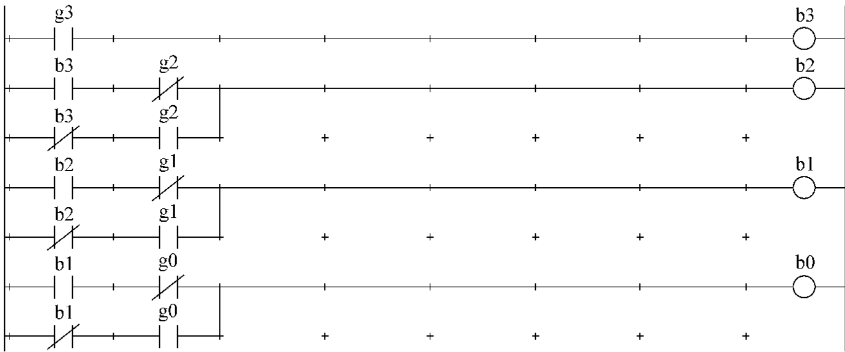


图 4-41　将格雷码变换成二进制代码的 PMC 程序

4.16.4　R 的系统保留区域

以下地址为系统使用，梯形图上可以进行读数，但不能进行写入。运算结果寄存器为 R9000。

在执行完二进制加法运算（ADDB）和二进制大小比较（COMPB）等命令后读取该寄存器，便可知道加法运算时的溢出和大小比较的结果。

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
R9000			V				N	Z

V 为溢出，N 为符号为负（小），Z 为零（相等）。

余数寄存器（R9002 ~ R9005）可写入除法运算命令（DIVB）的余数。在 PMC 上只能处理整数数据。除法运算结果（商），小数点以下部分将被舍去。SIN 等的浮动小数点形式的计算，需使用用户宏（CNC 侧的功能）。

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
R9002								
R9003								
R9004								
R9005								

进行 1B 的除法运算后，余数只写入 R9002 的 1B 中；进行 2B 的除法运算后，余数写入 R9002 和 R9003 的 2B 中；进行 4B 的除法运算后，余数写入 R9002 ~ R9005 的 4B 中。

系统计时器（R9091）如下：

	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
R9091		T1	T2				ON	OFF

T1 为 1s 周期闪烁（开/关比为 1∶1），T2 为 0.2s 周期闪烁（开/关比为 1∶1），ON 为常开信号，OFF 为常闭信号。

第 5 章　基本诊断界面

FANUC 系统为方便维修人员进行故障诊断，开发了 PMC 诊断界面、伺服诊断界面、主轴诊断界面、NC 诊断界面等。在第 1 章已经谈到，今后的数控机床维修更重要的是通过诊断分析找到故障点，而这些 FANUC 系统提供的诊断工具为人们分析、查找故障点提供了方便，本章将重点介绍 FANUC i 系列主要诊断工具的使用方法。

目前 FANUC i 系列在 PMC 子菜单下面提供了梯形图和信号状态诊断界面，在 PMC 状态菜单下，又可进行信号跟踪和信号强制。

5.1　PMC 界面显示

1）按 MDI 面板的 SYSTEM 功能键，系统显示如图 5-1 所示系统调试软键菜单。

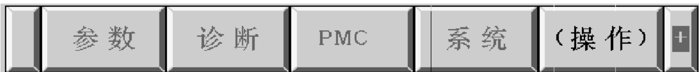


图 5-1　系统调试软键菜单

2）按如图 5-1 所示软键菜单的 PMC 软键，系统显示如图 5-2 所示的 PMC 界面。

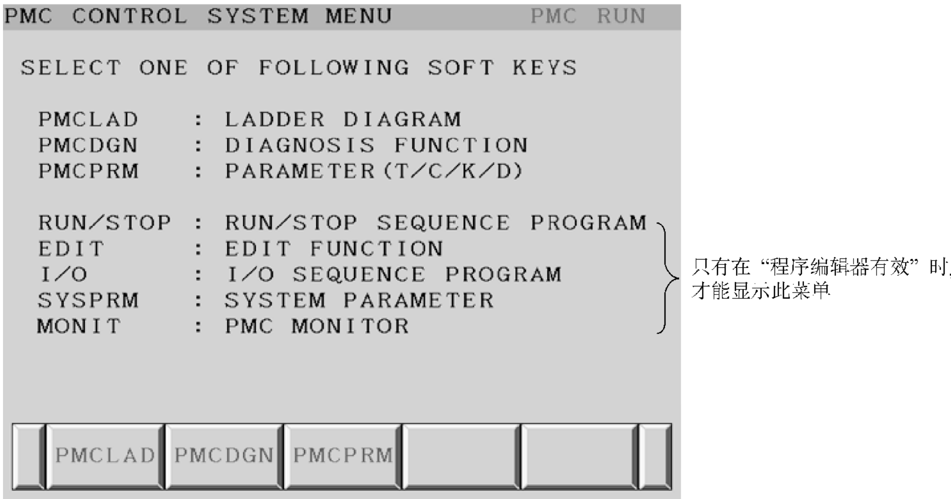


图 5-2　PMC 调试界面

图 5-2 中，PMCLAD 软键控制梯形图的动态显示界面，PMCDGN 软键控制 PMC 输入/输出信号的状态显示界面，PMCPRM 软键控制 PMC 参数的设定和显示界面。

内部编程器启动后，按软键右端的继续键 ▶ 时，系统显示如图 5-3 所示的 PMC 调试第 2 页软键菜单。

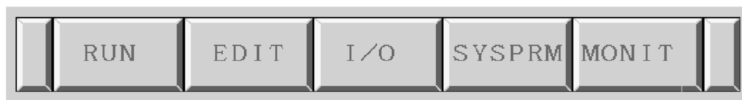


图5-3　PMC调试第2页软键菜单

图5-3中，RUN软键控制梯形图的运行/停止，EDIT软键控制显示梯形图程序的编辑界面，I/O软键控制显示PMC数据的输入/输出界面，SYSPRM软键控制显示PMC系统参数界面，MONIT软键控制显示PMC监视设定界面。

5.2　梯形图界面显示

1）按MDI面板的

功能键，系统显示如图5-1所示系统调试软键菜单。

2）按图5-1所示软键菜单的PMC软键，系统显示如图5-2所示的PMC界面。

3）选择如图5-2所示软键菜单中的PMCLAD软键，系统显示如图5-4所示梯形图程序。

需要显示梯形图程序时，用户可以在程序列表中选择需要显示的程序（级），梯形图程序列表界面如图5-5所示。梯形图程序，及梯形图程序列表间的切换操作如图5-4、图5-5所示。

按下如图5-4所示梯形图程序界面中的第一个软键LIST，系统显示如图5-5所示的梯形图程序列表界面。如图5-5所示，在梯形图程序列表界面中第一个软键为ZOOM，按下ZOOM软键，系统切换回如图5-4所示梯形图程序界面。

1. 梯形图程序界面结构（见图5-4）

梯形图的标题信息、当前的子程序、画面中梯形图的当前位置信息，都可以在梯形图显示界面中找到。

如果选择了某一子程序，如“P00001”，查找功能的范围即为被指定的当前子程序中。另外对于“GLOBAL”，查找功能的范围是整个梯形图，并根据查找的结果自动切换包括查找信号的程序段。

当光标显示时，光标下面地址的信息出现在画面底部附近的附加信息栏中，这些信息包括：

1）带有光标的网格号；

2）地址和它的符号以及注释信息；

3）当前值。

在信息栏中，错误信息和查询信息将根据实际情况被显示出来。

在界面的右手边显示了一个计量器，这个计量器表示了当前显示的部分在整个梯形图中的位置。

2. 界面切换

PMC梯形图显示可以从梯形图界面切换到PMC程序列表界面，或从PMC程序列表界面切换到梯形图界面。列表（LIST）界面中，“GLOBAL”表示显示全部程序，“LEVEL1”表示进入第1级（梯形图只显示第2级），“LEVEL2”表示进入第2级（梯形图只显示第2级），“P0001”、“P0002”…表示进入子程序P0001或P0002等。

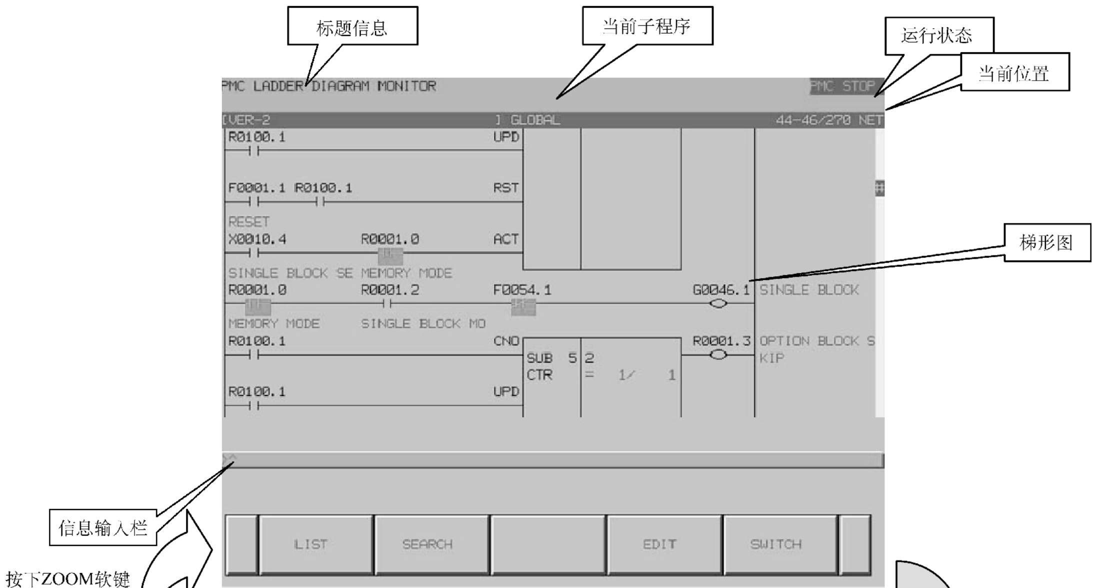


图5-4　梯形图界面显示

PMC PROGRAM LIST VIEWER　　PMC RUN

PROGRAM(　　)　　PROGRAM COUNT = 10

L/S	PROG NO.	SYMBOL	COMMENT	SIZE(BYTE)	NET COUNT	P
	COLLECT		COLLECTIVE MONITOR			R
L	GLOBAL		LADDER PROGRAM (GLOBAL)	5.0K	275 / 1	
L	LEVEL1		LADDER PROGRAM (LEVEL1)	104	9 / 1	
L	LEVEL2		LADDER PROGRAM (LEVEL2)	168	14 / 10	
L	P00001	OPERAT	OPERATION MODE	970	53 / 24	
L	P00002	FEED &	FEED & HOME CONTROL	690	40 / 77	
L	P00003	OVERRI	OVERRIDE TRIDITIONAL CONTROL	1.6K	54 / 117	
L	P00004	OVERRI	OVERRIDE CODE CONTROL	412	22 / 171	
L	P00005	M/T/S	M/T/S FUCTION	912	70 / 193	
L	P00006	TOOL	TOOL CHANGER	250	12 / 263	

>^

ZOOM　SEARCH　SETING

图 5-5　梯形图程序列表界面

3. 监控

根据信号的状态触点和线圈用不同的颜色来显示，上面例子中带有色块的触点表示已经“激活”。

4. 显示符号和注释

1）各触点和线圈的地址在其上方显示。对于一个有符号表示的地址号，可以指定符号取代地址的显示，也可以定义符号用某种颜色来显示。

2）如果某一触点信号具有注释信息，则注释信息显示在触点的下方。还可以定义注释的显示格式，也可以定义注释用某种颜色来显示。

3）如果某一线圈信号具有注释信息，则注释信息以包围形式显示在界面右边的空白

区。可以定义在这个区域中用继电器取代注释显示（增加一行中显示继电器的数目），也可以定义注释用某种颜色来显示。

5.3　梯形图界面操作

与梯形图编辑有关的软键菜单如图 5-6 所示。

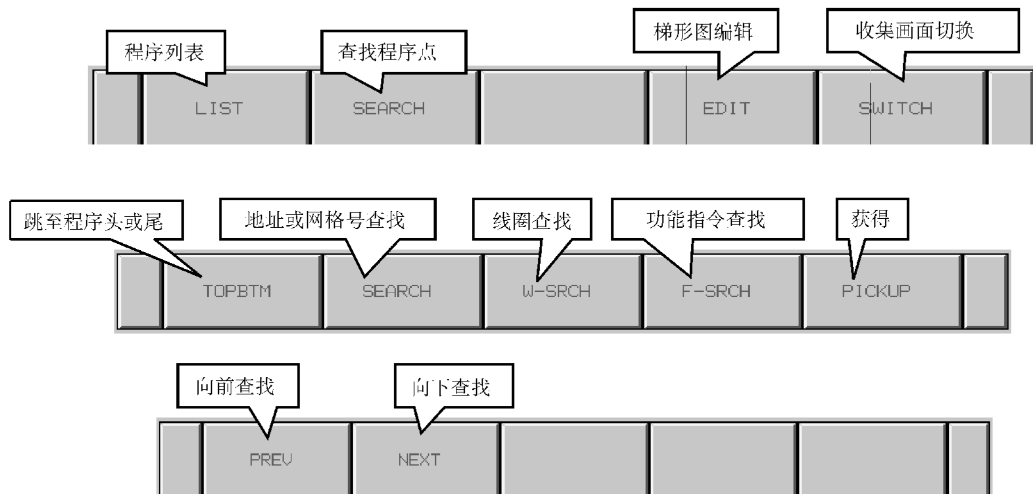


图 5-6　梯形图编辑软键菜单

1. LIST 软键切换界面

将显示界面转换到程序列表界面，以便用户选择预显示的梯形图程序（子程序）。

2. SEARCH 软键查找并跳转

选择 SEARCH 软键，系统支持以下列方式查找某一信号：

（1）TOPBTM 软键跳至程序头/程序尾　跳至梯形图的程序头。如果当前显示的是程序头，则跳至程序尾。

（2）SEARCH 软键查找地址/网格号　根据输入的字符串来查找指定地址 PMC 信号或网格号，用户需指定位地址和字节地址。当有数字输入时，数字被看作为一个网格号，画面就会跳到与网格号相应的网格。

当输入非数字型字符串时，则该行将首先作为某个 PMC 地址的符号来检查。如果字符串与符号匹配，那么查找符号所代表的地址。如果该字符串没有符号与之匹配，则该网格下一次将被作为 PMC 地址进行查找。如果该网格显示了正确的 PMC 地址，则该地址将被查找。

如果光标隐藏，则被指定了网格号和包括了指定地址的网格就会显示在界面的顶部。如果光标显示，则光标移动到继电器或参数上，直接显示找到的信号。

（3）W－SRCH 软键查找线圈信号　查找所输出字符串代表地址的线圈。

（4）F－SRCH 软键查找功能指令　通过功能指令的 SUB 号码或它的助记符名称（如“TMR”或“END2”）来查找功能指令。

（5）SEARCH 软键、W－SRCH 软键、F－SRCH 软键使用举例

1）任意字节地址检索。检索时，输入 ADRESS. BIT 或信号名 SRCH。SRCH 软键无条件

检索指定的地址。

例如，X0015.4 或 +X JOG.M SRCH 检索该地址的触点，检索结果如图 5-7 所示。

图 5-7　任意字节地址检索

2）检索继电器线圈时，需利用 W－SRCH 软键。输入 ADRESS.BIT 或信号名 W－SRCH。

例如，G0100.0 W－SRCH 或 +X JOG W－SRCH 只检索继电器线圈，检索结果如图 5-8 所示。

图 5-8　线圈地址检索（写地址检索）

3）检索功能命令。输入功能命令号 F－SRCH 或功能命令名 F－SRCH。

例如，输入 25 并按下 F－SRCH 软键或 DECB F－SRCH 软键，检索结果如图 5-9 所示。

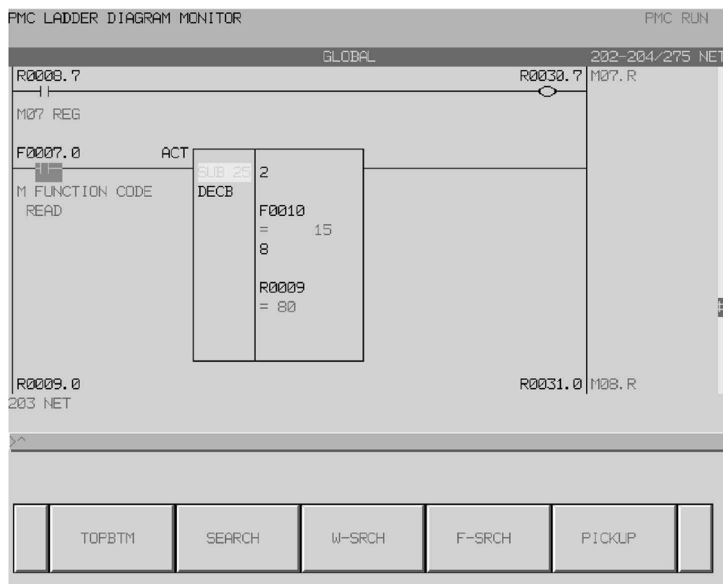


图 5-9　F 功能检索

4）FANUC－16i/18i/21i 等系统可以采用网格（NET）号进行检索，输入网格号 N－SRCH。

例如，输入 154，并按下 N－SRCH 软键，搜索结果如图 5-10 所示。

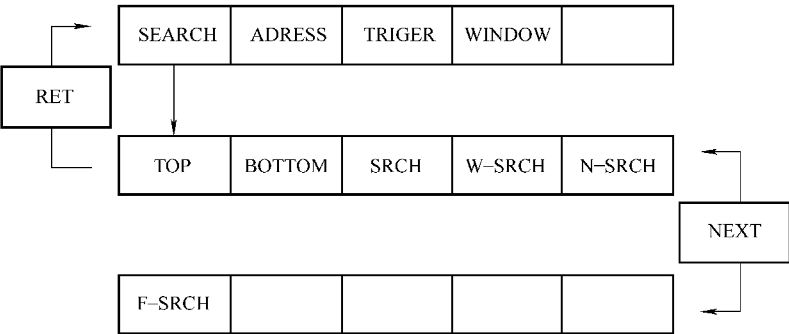


图 5-10　网格检索

（6）PICKUP 软键将梯形图网格选入集中监控界面　将需要监控的梯形图网格选入集中监控画面。

（7）PREV 软键向前查找　向后重新查找相同地址的信号（向上）。

（8）NEXT 软键查找下一处　向前重新查找相同地址的信号（向下）。

3. DATA TABLE 软键跳到功能指令数据表浏览界面（见图 5-11 和图 5-12）

跳到功能指令数据表浏览界面去检查功能指令数据表的内容，如自带数据表的 COD（SUB 7）和 CODB（SUB 27）。只有当光标停在一个具有数据表的功能指令上时，该软键才会出现。进入 COD 指令程序块数据表如图 5-11 和图 5-12 所示。

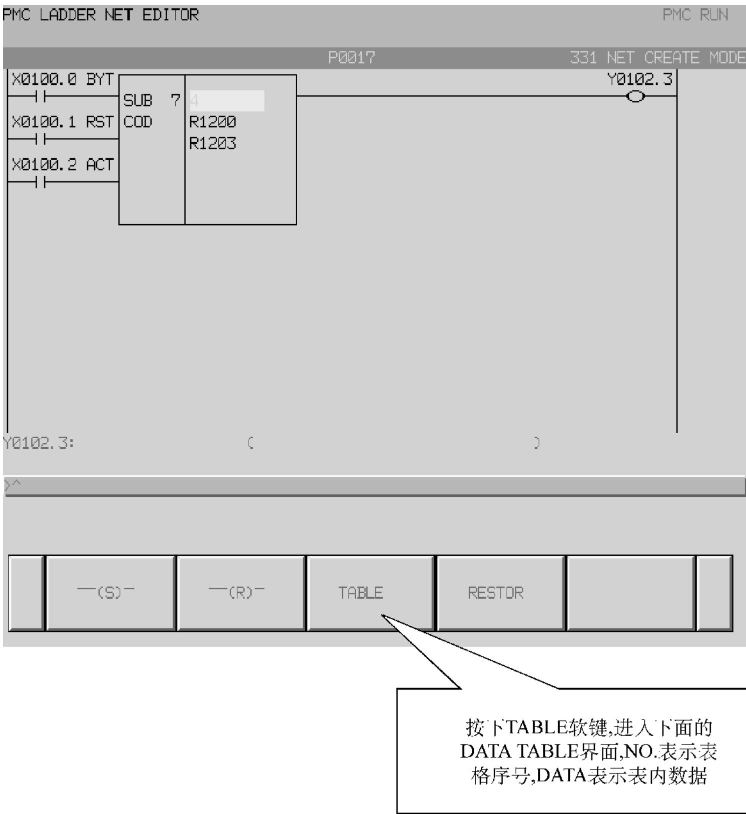


图 5-11 进入 COD 指令程序块数据表（一）

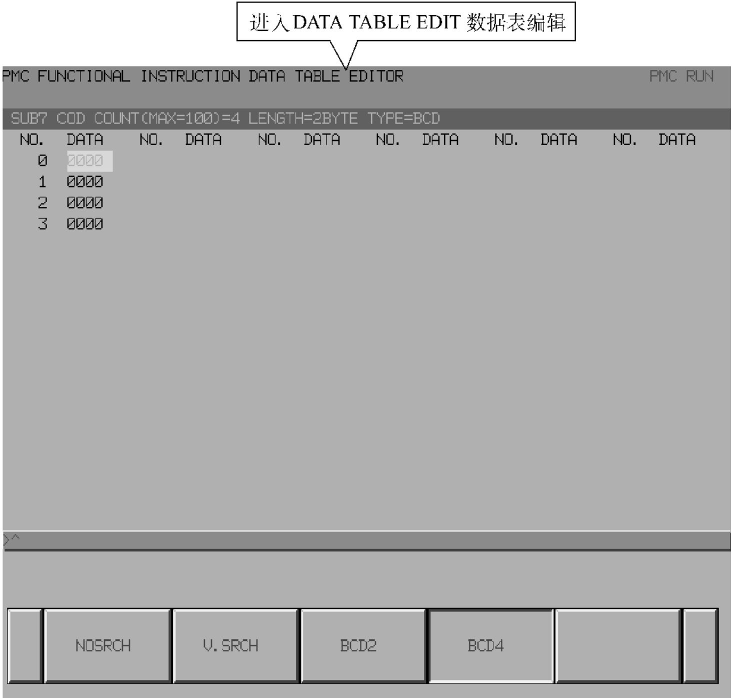


图 5-12 进入 COD 指令程序块数据表（二）

4. EDIT 软键进入梯形图编辑界面

跳到梯形图编辑界面。这个软键仅当编程功能 1 有效时出现，当激活在线监控功能 2 时，这个软键无效。

5. SWITCH 软键调用集中监控界面

画面显示切换到集中监控界面。

6. SCREEN SETTING 软键界面设定（见图 5-14）

跳到梯形图监控界面的设定界面。可以在该界面中改变梯形图监控界面不同的设定。使用返回键［ < ］返回到梯形图监控界面。

5.4　梯形图显示相关设定界面

梯形图显示可以根据用户需要进行不同风格的显示，下面简单介绍显示风格设定界面的操作。

1）按下 MDI 面板的 SYSTEM 功能键，系统显示如图 5-1 所示系统调试软键菜单。

2）按下如图 5-1 所示软键菜单的 PMC 软键，系统显示如图 5-2 所示的 PMC 界面。

3）按下如图 5-2 所示软键菜单中的 PMCLAD 软键，系统显示如图 5-4 所示梯形图程序。按下软键菜单继续翻页键 ▶，系统显示如图 5-13 所示梯形图显示方式设置软键。



图 5-13　梯形图显示方式设置软键菜单

4）按下 SETTING 软键，进入如图 5-14 所示梯形图显示方式设定界面。

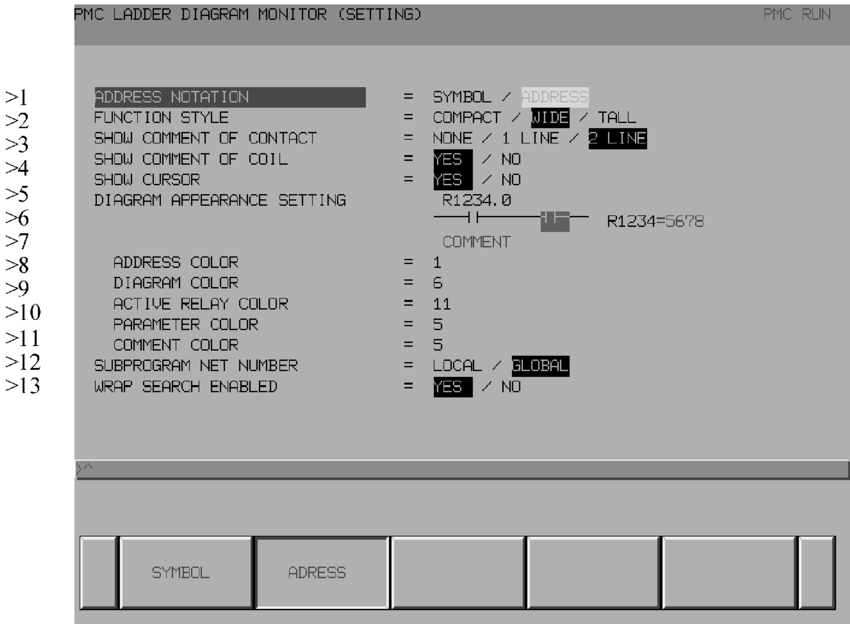


图 5-14　梯形图显示方式设定界面

梯形图监控设定界面包括如下设定项目：

1. ADDRESS NOTATION（地址符号）

1）SYMBOL（注释）：有注释的信号可以采用注释符号显示该信号，没有注释符号的信号用地址来显示。

2）ADDRESS（地址）[default（默认）]：所有的信号都可以用地址来显示，如果这些信号有注释符号，则还可以用注释符号显示。

2. FUNCTION STYLE（功能指令格式）

有 3 种可供选择的功能指令的外形，必须选择除“紧凑型”以外的格式来显示功能指令参数地址的值。

1）COMPACT（紧凑型）：在梯形图中占用最小的空间，参数地址当前值的监控被忽略。

2）WIDE（宽型）[default（默认）]：扩展了方格横向的宽度以给参数地址的当前值预留空间。该方格较紧凑型宽。

3）TALL（高型）：扩展了方格纵向的高度以给参数地址的当前值预留空间，该方格较紧凑型高。

功能模块显示风格如图 5-15 所示。

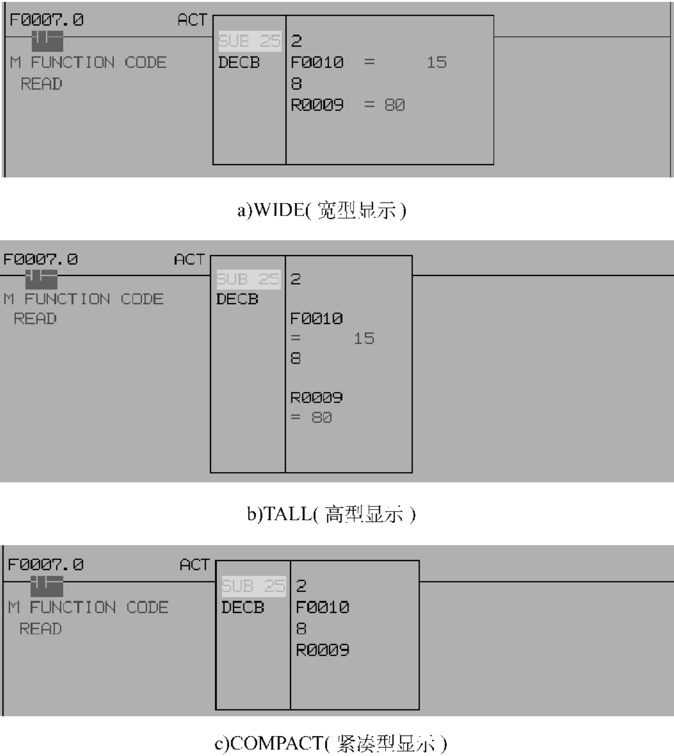


图 5-15　功能模块显示风格

当光标移到一个参数的地址上时，它的当前值就会以二进制位的十进制代码、BCD 码（或十六进制位的二进制码）的形式显示在“附加信息栏”。

3. SHOW COMMENT OF CONTACT（显示触点的注释）

改变每个触点下注释的显示格式，触点注释方式如图 5-16 所示。

1）NONE（无）：在触点下不显示注释。这种方式下，更多的触点［8/9 或 9/9（一行中触点的个数/一列中触点的个数）］由于注释的空出被显示在界面上。

2）1LINE（1 行）：在每个触点下显示 1 行具有 15 个半字符型字符（1 行 7 个中文字符），根据每个注释中字符的个数，每个触点的宽度和触点的个数在界面上也会不同。界面上所能显示的触点的个数为 4/6 ~9/6（1 行中触点的个数/1 列中触点的个数）。

3）2LINES（2 行）（默认）：在每个触点下显示每行具有 15 个半字符型字符的 2 行字符（2 行，每行 7 个中文字符），根据每个注释中字符的个数、每个触点的宽度、每个注释的行数和触点的个数在界面上也会不同。界面上所能显示的触点的个数为 4/5 ~9/5（1 行中触点的个数/1 列中触点的个数）。

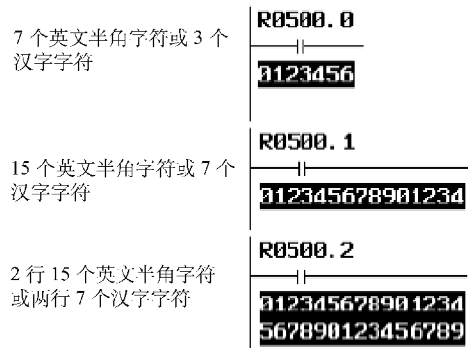


图 5-16　触点注释

4. SHOW COMMENT OF COIL（显示线圈的注释）

定义是否显示线圈注释：

1）YES（显示注释）［default（默认）］：右边 14 个字符大小的区域是作为线圈的注释预留的，可以设定。

2）NO（不显示注释）：右边的区域通常用来扩展梯形图显示区域，以此取代线圈注释的显示。不显示线圈注释的梯形图程序如图 5-17 所示。



图 5-17　线圈注释

5. SHOW CURSOR（显示光标）

定义是否显示光标：

1）YES（显示光标）［default（默认）］：光标被显示。光标移动键可以移动光标。当光标停留在位或字节地址上时，地址的信息显示在“附加信息栏”。当设定为显示光标，查找目标时，则光标会直接停留在查找到的目标上。当梯形图有很多大型语句时，这个功能很受欢迎。

2）NO（不显示光标）：上/下光标移动键将直接对界面进行翻页。在光标隐藏的情况下查找目标时，含有查找目标的网格就会显示在界面的顶部。

6. DIAGRAM APPEARANCE SETTING（梯形图外观设定）

设定梯形图如何显示。可以设定梯形图中行、继电器、符号、注释以及功能指令参数的颜色，符号、触点接通、触点断开、功能指令参数和注释的监控显示状态。可以给梯形图 5 个组成部分中的每个部分都定义不同的显示颜色。

7. ADDRESS COLOR（地址颜色）

设定符号和地址的颜色。输入一个数字或使用左/右箭头键来增大或减小数字。允许设置的数值为 0～13，共 14 个数字，每个数字代表一种颜色。

8. DIAGRAM COLOR（梯形图颜色）

设定整个梯形图的颜色。设定方法同地址颜色设定方法。

9. ACTIVE RELAY COLOR（继电器接通颜色）

设定继电器接通时的颜色。继电器断开时的颜色和梯形图的颜色相同。设定方法同地址颜色设定方法。

10. PARAMETER COLOR（功能指令参数颜色）

设定功能指令参数监控显示的颜色。当功能指令的显示格式设定了“紧凑型”以外的格式时，监控界面才会显示。设定方法同地址颜色设定方法。

11. COMMENT COLOR（注释颜色）

设定注释的颜色。设定方法同地址颜色设定方法。

12. SUBPROGRAM NET NUMBER（子程序网格号）

定义一个网格号是否从当前子程序头局部开始计算，或者从整个程序头全部开始计算。这个设定将影响查找网格号时一个网格号的表示。

1）LOCAL（局部）：网格号从当前子程序的第 1 网格开始计算，网格号只能在当前子程序中定义，网格号信息在画面右上部以“显示范围/子程序范围网格号”格式显示。

2）GLOBAL（全部）[default（默认）]：网格号从第 1 级程序的第 1 网格开始计算，网格号在整个程序中被惟一定义，网格号信息在界面右上部以“显示范围/子程序范围网格号”格式显示。

13. WRAP SEARCH ENABLE（往复查找有效）

允许查找过程从顶部/底部到底部/顶部往复连续查找。

1）YES（允许）[default（默认）]：当检查到程序底部的时候，继续反向从程序的顶部向下查找；当检查到程序顶部的时候，继续反向从程序的底部向上查找。

2）NO（往复查找功能无效）：当到达顶部或底部，且一个错误信息现在在信息栏时，查找失败。

往复查找和非往复查找的运行方式如图 5-18 所示。

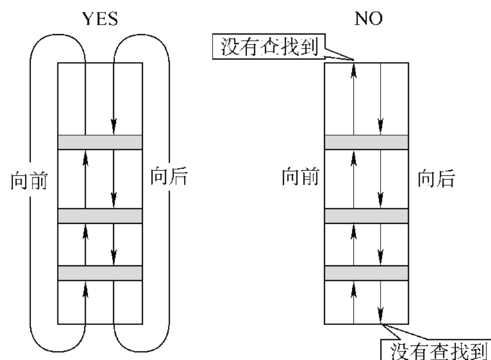


图 5-18　往复查找方式

5.5　PMC 接口诊断界面

I/O（输入/输出）接口状态诊断，可以反映外围开关输入状态、PMC 的信号输出状态以及 PMC 和 CNC 之间的信号输入/输出状态。

5.5.1　调用界面方法

1）按下 MDI 面板的 SYSTEM 功能键，系统显示如图 5-1 所示系统调试软键菜单。

2）按下如图5-1所示软键菜单的PMC软键，系统显示如图5-2所示的PMC调试界面。

3）选择如图5-2所示软键菜单中的PMCDGN软键，系统显示如图5-19所示PMC诊断软键菜单。



图5-19 PMCDGN软键菜单

4）按下STATUS软键，系统显示如图5-20所示PMC状态监控界面。

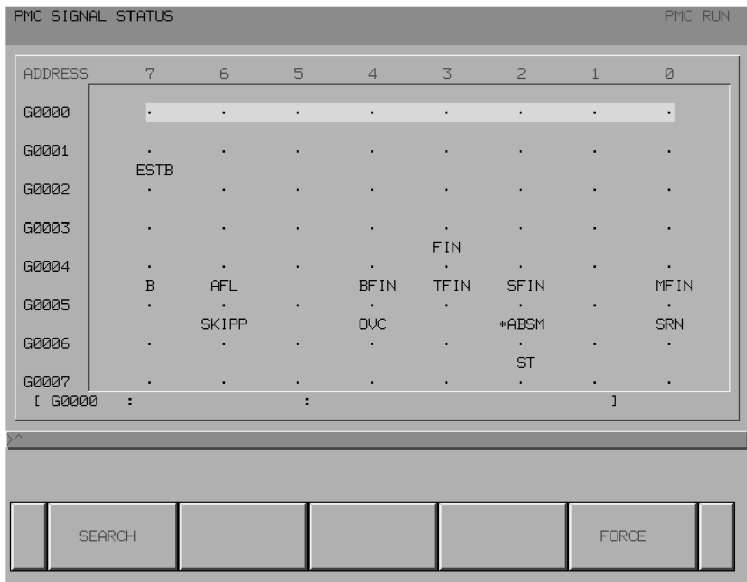


图5-20 PMC状态监控界面

5.5.2 诊断界面地址检索

1. 按位检索

诊断信号检索可以通过将被检索地址（字节+位），如X0015.4，键入信息输入栏，按SEARCH软键来完成。也可在信息栏中键入符号“+X”，光标可以直接指到所检索的位置（见图5-21）。

2. 按字节检索

将被检索地址所在的字节键入信息栏中，光标直接跳到被检索地址的“行”，如Y0050，如图5-22所示。

3. 信号触点动作状态表示

“·”表示信号没有激活（动合触点未接通，动断触点未打开），“I”表示信号已经被激活（动合触点已接通，动断触点已打开）。如图5-22所示，地址Y0050.1和Y0050.7，符号EDIT.L（编辑方式灯）和M01（选择停止）被激活，触点状态为“I”，该触点接通。

注释符号如果前面有“*”号，表示该地址为“非”信号，也即动断触点。

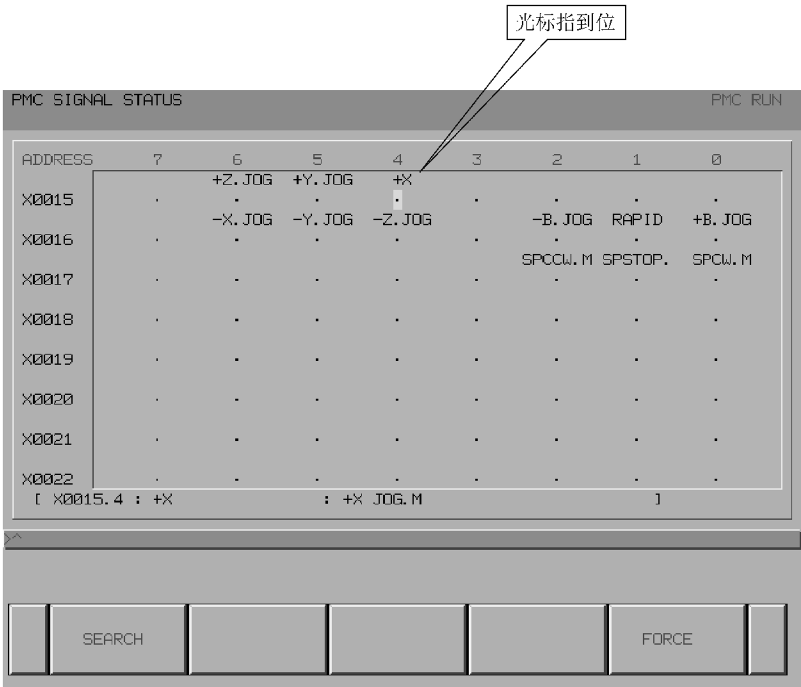


图 5-21　按位检索

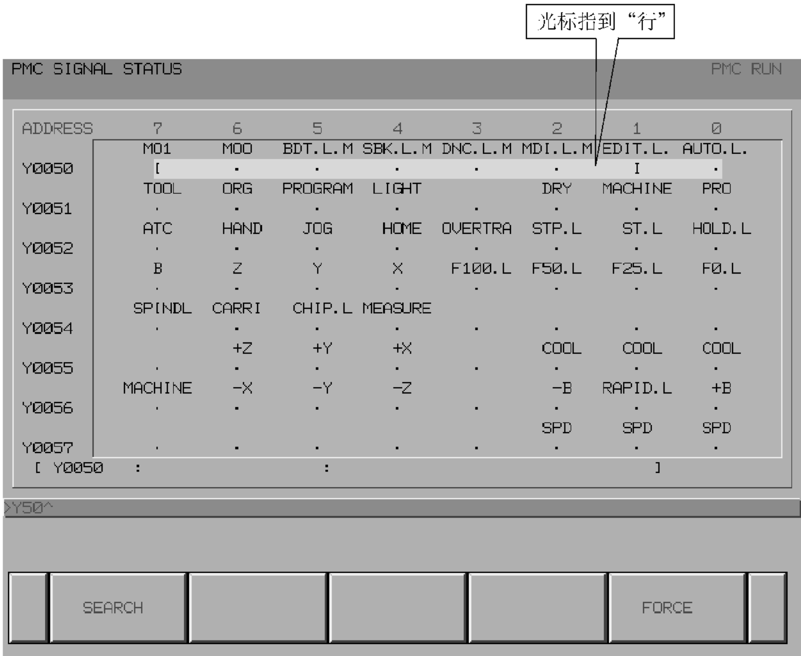


图 5-22　按字节检索

5.5.3　FORCE（强制信号输出）功能

该功能有助于进行 PMC 输出信号接口试验，对日常维修很有帮助。例如当换刀机械手

卡刀时进退两难，通常采用“捅阀”的办法还原机械手的原始位置。现在可以很方便地使用 FORCE 工具，使得“人为的”（甩开 PMC）强制信号输出。

在进行强制信号输出前，需要注意两个问题：

1）强制信号输出的地址、所驱动的外围设备，周边安全状态良好，不会导致人员设备损伤。

2）应将 PMC 停止运行，否则 PMC 在连续扫描，刚刚强制即被 PMC 复位，导致强制无效。

具体操作如下：

1. 停止 PMC 运行

1）按下 MDI 面板的 SYSTEM 功能键，系统显示如图 5-1 所示系统调试软键菜单。

2）按下如图 5-1 所示软键菜单的 PMC 软键，系统显示如图 5-2 所示的 PMC 调试界面。

3）按下软键菜单继续翻页键 ▶，系统显示如图 5-3 所示 PMC 调试第 2 页软键菜单。按下 STOP 软键［注意，此处 STOP 软键与 RUN 软键是一个键，PMC 运行时（显示界面上显示 RUN），这个软键反而显示 STOP，按下 STOP 后显示 RUN］，系统出现如图 5-23 所示的停止 PMC 运行确认界面。

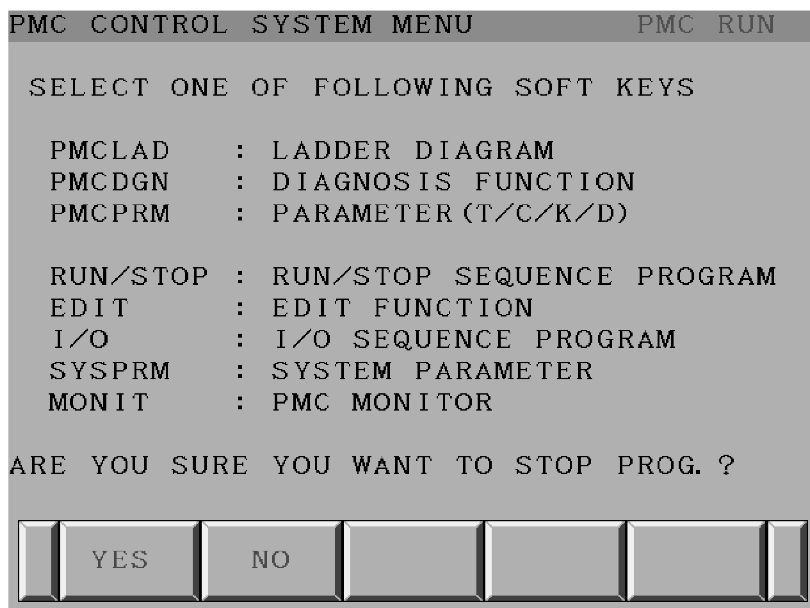


图 5-23　停止 PMC 程序运行确认界面

4）根据提示按下 YES 软键，确认停止 PMC 运行。

PMC 停止后，在屏幕右上角会出现“PMC STOP”，如图 5-24 所示。

2. 进入诊断画面

1）按照本节 1. 中的方法进入 PMC 诊断界面，按下 FORCE 软键，显示如图 5-25 所示强制菜单。

2）检索到需要强制的信号，如 Y0053. 1、F25. L（快速赔率 25% 灯），如图 5-26 所示。

3）按下 ON 软键，信号强制输出。信号强制输出完成如图 5-27 所示。

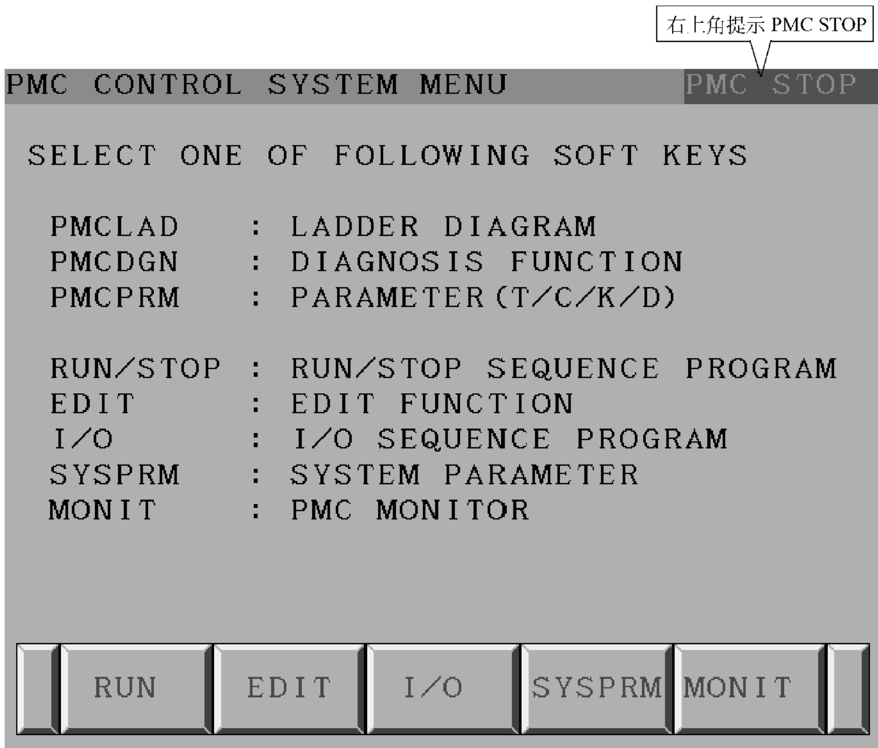


图 5-24　PMC 停止运行完成

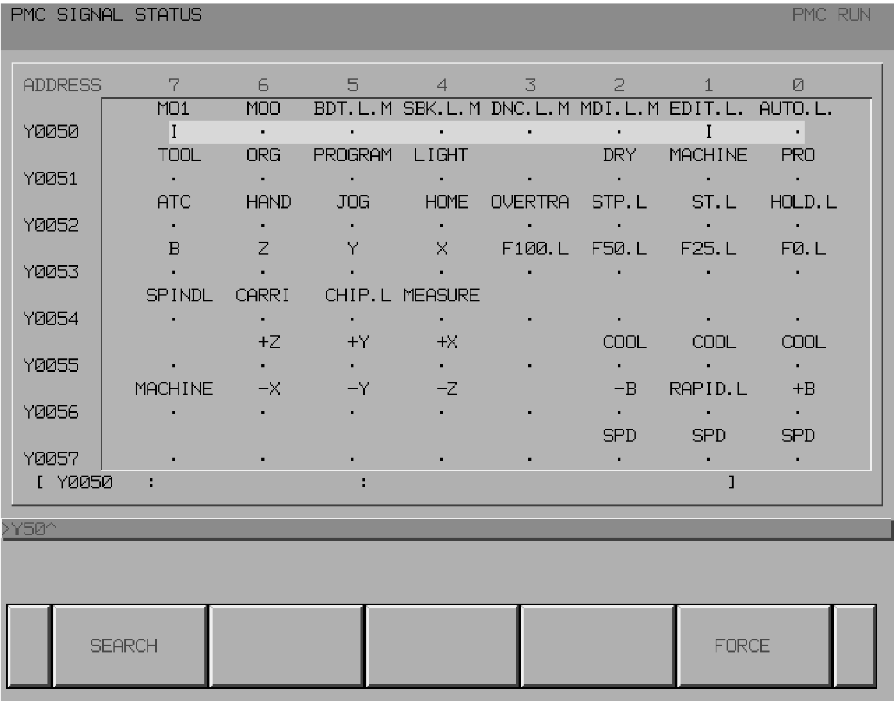


图 5-25　PMC FORCE 强制菜单选择

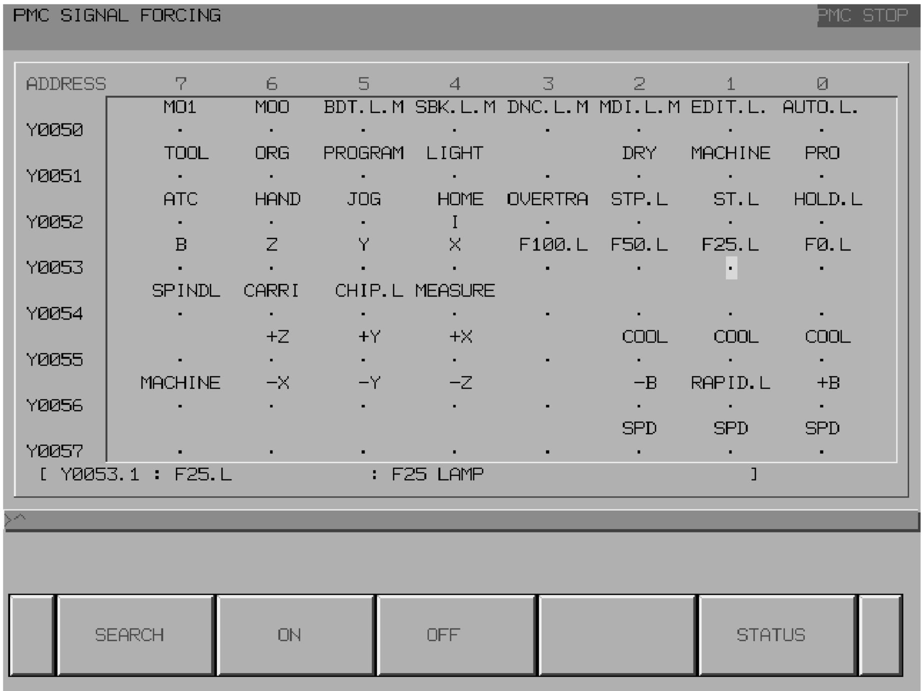


图 5-26　PMC 强制有效操作

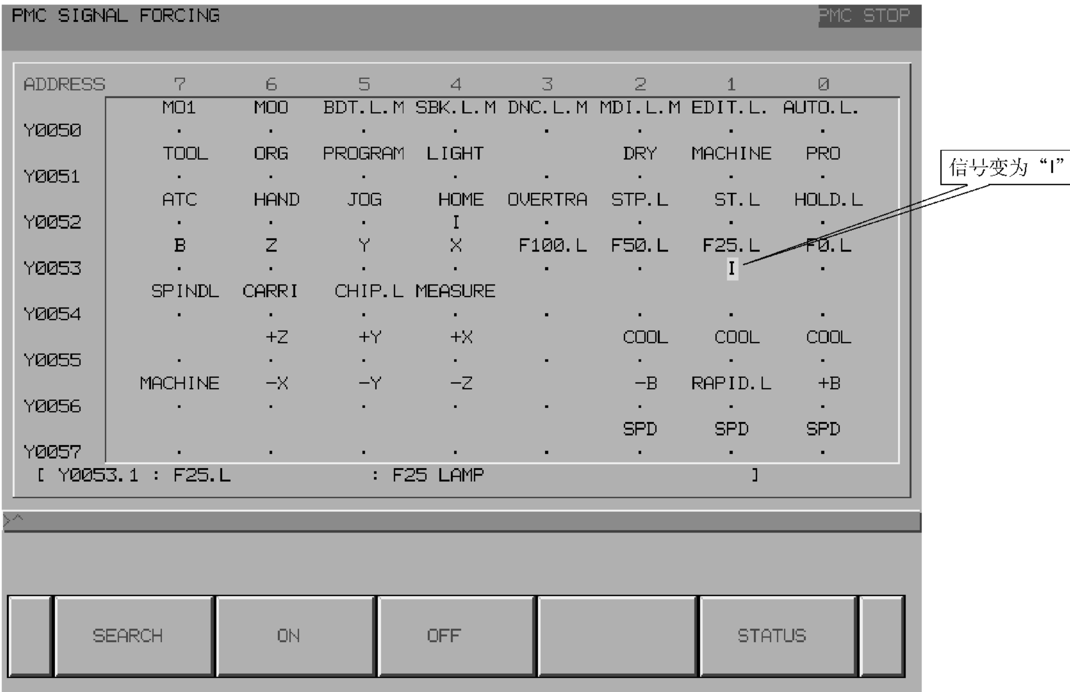


图 5-27　PMC 强制输出完成

强制输出完成，信号动合触点闭合。如果需要该地址断开，按下 OFF 软键即可恢复图 5-26 所示信号原始状态。

3. 恢复 PMC 运行

1）按下 MDI 面板的 SYSTEM 功能键，并按下软键菜单继续翻页键，系统显示如图 5-3 所示 PMC 调试第 2 页软键菜单。按下 RUN 软键，系统出现如图 5-28 所示恢复 PMC 程序运行确认界面。



图 5-28　恢复 PMC 程序运行确认

2）按下 YES 软键，PMC 恢复运行，如图 5-29 所示。

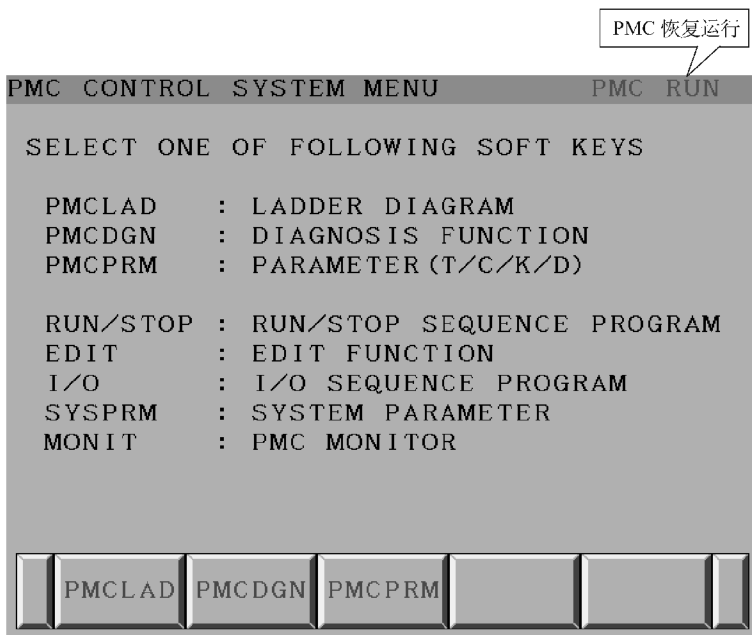


图 5-29　恢复 PMC 程序运行有效

5.5.4　TRACE（信号跟踪）功能

信号跟踪功能相当于一个接口示波器，可以实时采样，根据维修人员选择的信号地址，记录一个采样周期内信号的变化和时序。这一功能对于维修人员观察一组信号时候特别有用，跟踪的信号可以是输出信号，也可以是输入信号，可以是 PMC 与机床之间的信号，也可以是 CNC 与 PMC 之间的信号，所以它可以跟踪 X、Y、F、G、R、K 等地址信号的实时状态。

1）按下 MDI 面板的 SYSTEM 功能键，系统显示如图 5-1 所示系统调试软键菜单。

2）按下如图 5-1 所示软键菜单的 PMC 软键，系统显示如图 5-2 所示的 PMC 调试界面。

3）按下如图 5-2 所示软键菜单中的 PMCDGN 软键，系统显示如图 5-19 所示 PMC 诊断软键菜单。

4）按下 TRACE 软键，系统显示如图 5-30 所示 TRACE 监控界面。

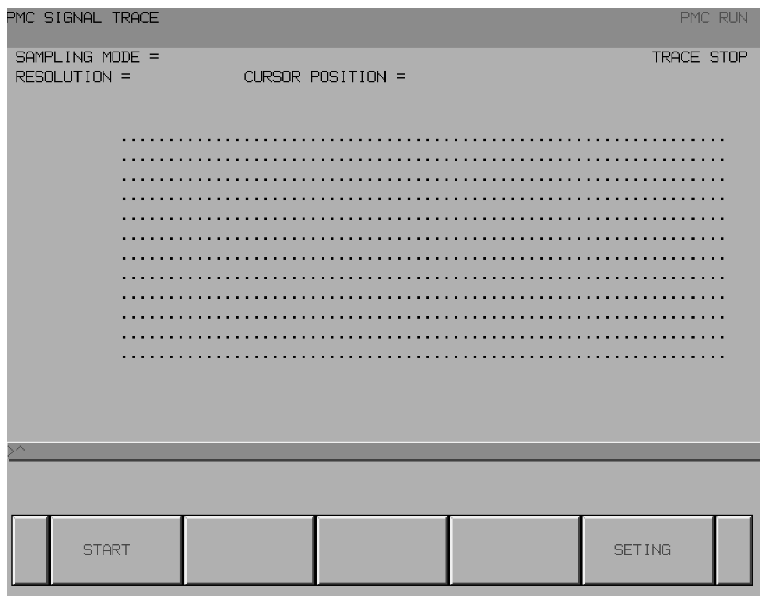


图 5-30　TRACE 监控界面

5）设置 TRACE 参数：按下如图 5-30 所示 SETTING 软键，进入设定界面第 1 页，如图 5-31 所示。

参数含义如下：

① SAMPLING/MODE：确定一种采样的方式。

a. TIME CYCLE：一个周期内的采样。

b. SIGNAL TRANSITION：基于信号传送采样。

② SAMPLING/RESOLUTION：设定采样分辨率。

③ SAMPLING/TIME：当“TIME CYCLE”被选择为采样方式时显示此项目。设定采样周期。

④ SAMPLE/FRAME：当“SIGNAL TRANSITION”被选择为采样方式时显示此项目。设



图 5-31　TRACE 设定界面第 1 页

定采样次数。

⑤ STOP CONDITION：设定跟踪停止状态。

a. NONE：不自动停止跟踪运行。

b. BUFFER FULL：当采样标志变满时自动停止跟踪。

c. TRIGGER：利用触发器自动停止跟踪。

⑥ STOP CONDITION/TRIGGER/ADDRESS：当“TRGGER”设定为跟踪停止状态时此项目变为可设定。为停止跟踪运行设定一个触发器地址。

⑦ STOP CONDITION/TRIGGER/MODE：当“TRIGGER”设定为跟踪停止状态时此项目变为可设定。为停止跟踪运行设定一个触发器方式。

a. RISING EDGE：在触发信号的上升沿自动停止跟踪操作。

b. FALLING EDGE：在触发信号的下降沿自动停止跟踪操作。

c. BOTH EDGE：在触发信号传送时自动停止跟踪操作。

⑧ STOP CONDITION/TRIGGER/POSITION：当“TRIGGER”设定为跟踪停止状态时此项目变为可设定。通过使用采样时间（或次数）的比率，设置在整个采样时间内（或者次数）在哪里安置停止触发事件的位置。

⑨ SAMPLING CONDITION：当“SIGNAL TRANSITION”设定为跟踪停止状态时此项目变为可设定。设定采样状态。

a. TRIGGER：当满足触发状态时执行采样。

b. ANY CHANGE：当采样地址信号发生变化时，执行采样。

⑩ SAMPLING CONDITION/TRIGGER/ADDRESS：当“SIGNAL TRANSITION”设定为采样方式且“TRIGGER”被设定为采样状态时，此项目变为可设定。使用触发器采样设定一个地址。

⑪ SAMPLING CONDITION/TRIGGER/MODE：当“SIGNAL TRANSITION”设定为采样方式且“TRIGGER”被设定为采样状态时，此项目变为可设定。设定触发器状态方式。

a. RISING EDGE：在触发信号的上升沿采样。

b. FALLING EDGE：在触发信号的下降沿采样。

c. BOTH EDGE：在一种信号变化中采样。

d. ON：当触发信号 ON 时，执行采样。

e. OFF：当触发信号 OFF 时，执行采样。

6）设置被跟踪信号地址：当上述显示参数设置完成后，进入设定界面的第2页，设定被跟踪信号地址。

按下 MDI 面板上的 PAGE Down 软键，即可进入第2页设定界面，如图5-32所示。

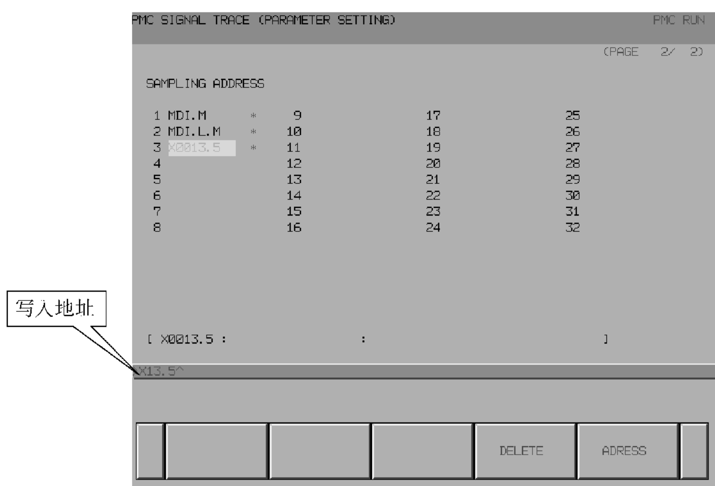


图5-32　TRACE 设定界面第2页

在图5-32所示 TRACE 界面中，输入所需要跟踪的信号地址。

7）进行跟踪操作：按下返回软件键，回到 TRACE 界面，如图5-33所示。

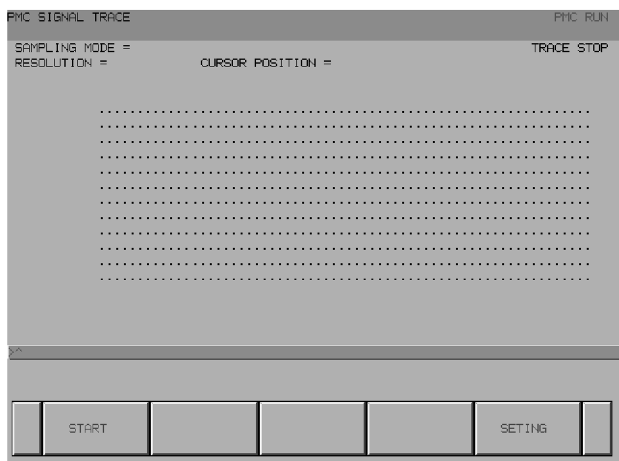


图5-33　TRACE 准备跟踪

按下图 5-33 中的 START 软键，开始信号跟踪，信号实时状态如图 5-34 所示。

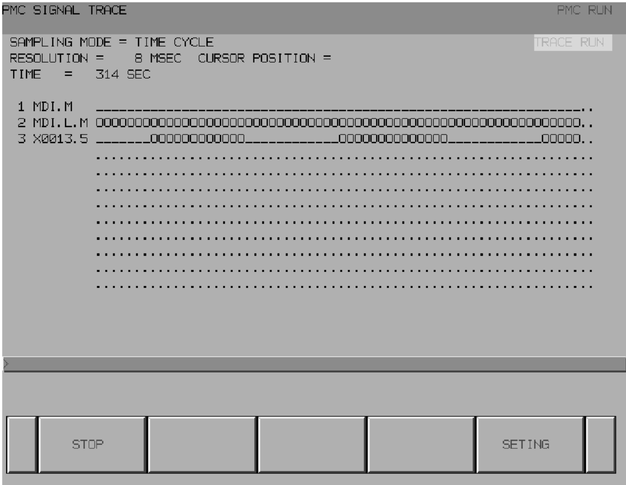


图 5-34　TRACE 实时跟踪界面

第 6 章　CNC 侧 PMC 编辑器编程

6.1　PMC 内置式编程器

FANUC 0i－B/C/D 系列配置高版本的 PMC 软件（SA1～SB7），系统内置 PMC 编辑软件，下面主要介绍 FANUC 0i 内置 PMC 编程软件的使用。

内置编程器具有如下控制操作：

1）在线编辑调整梯形图（EDIT）。

2）将编辑、修改好的梯形图程序写入 SRAM 中。

3）将最终编辑、修改好的梯形图程序写入 F－ROM 中。

4）进行信号跟踪（TRACE）。

5）信号强制输出（FORCE）功能。

6）控制 PMC 运行（RUN）/停止（STOP）。

7）隐藏梯形图显示。

8）隐藏 PMC 参数修改。

9）限制对数据表的修改。

10）I/O 模块地址的设定与修改。

6.1.1　PMC 诊断界面和控制参数界面

FANUC 0i 系列的内置编程器主要是为机床调试人员和维修人员开发的，所以有关内置编程器的功能是“有限度的开放”，所谓有限度的开放是在 PMC 子功能下面设置了“PMC PRM（SETTING）”界面，这个界面中的每个参数对应于一个“电子开关”，可以开启/关闭参数中描述的功能。作为调试和维修人员，应该了解“PMC PRM（SETTING）”中参数的含义和修改方法，以便灵活使用 PMC 界面的各个功能。并且可以通过设置，限制非维修人员使用 PMC 内置编程器，防止 PMC 程序或参数被修改，保护原始 PMC 状态。

具体使用方法如下：

1）按下 MDI 面板的 SYSTEM 功能键，系统显示如图 6-1 所示系统调试软键菜单。

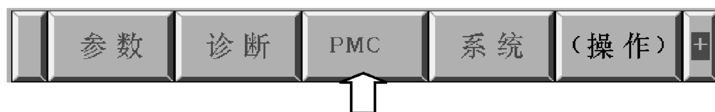


图 6-1　系统调试软键菜单

2）按下如图 6-1 所示软键菜单中的 PMC 软键，系统显示如图 6-2 所示的 PMC 菜单界面。

3）按下如图 6-2 所示软键菜单中的 PMCPRM 软键，系统显示如图 6-3 所示的 PMC 参数设置软键菜单。

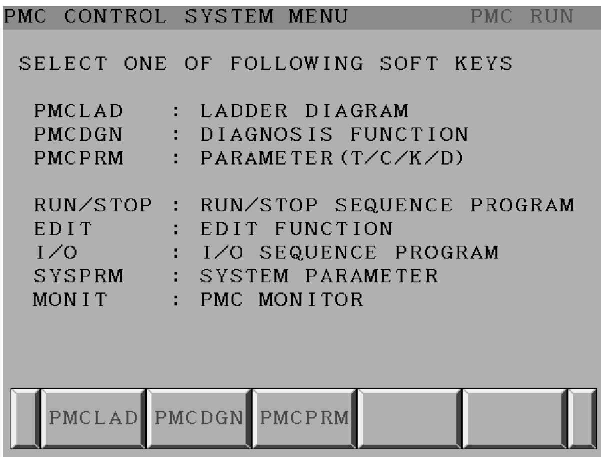


图 6-2　PMC 菜单界面

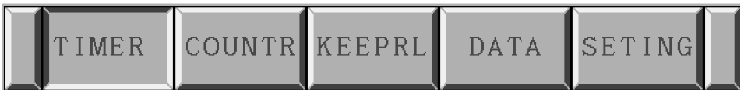


图 6-3　PMC 参数设置软键菜单

4）按下 SETING 软键。系统显示如图 6-4 所示 PMC PRM（SETTING）界面，它也是 PMC 状态控制参数第 1 页。

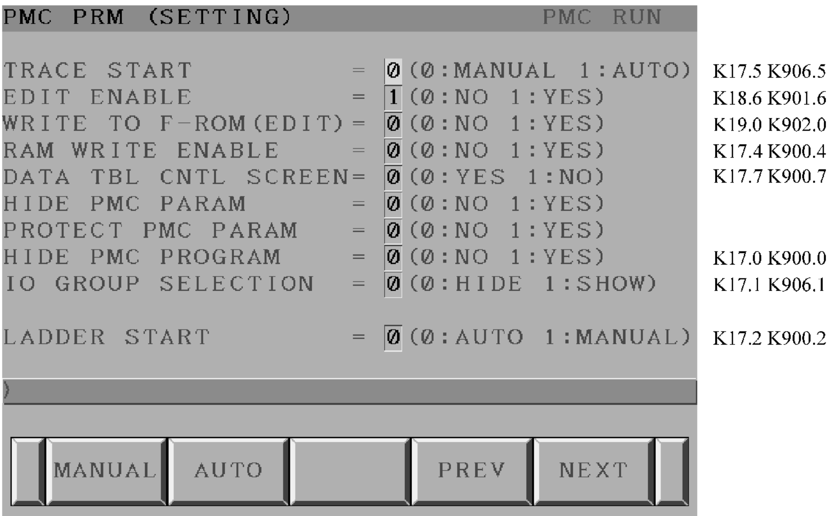


图 6-4　PMC 状态控制参数第 1 页

按下 MDI 面板上的 PAGE Down 软键（图中未显示），即可进入 PMC 状态控制参数第 2 页，如图 6-5 所示。

5）在 MDI 方式下，将参数开关 PWE = 1，通过移动光标，修改上两界面中的参数即可，可设为 1 或 0，也可将光标移动到需要修改的项，按下 YES 软键或 NO 软键。



图 6-5　PMC 状态控制参数第 2 页

6.1.2　PMC 诊断界面控制参数含义

这里需要说明的是，每一个参数开关都对应着一个 K 参数，如图 6-4 中的“EDIT ENABLE”对应着的 K 参数是 K901.6 或 K18.6（PMC－SB7 版本为 K901.6，PMC－SA1 版本为 K18.6），所以在图 6-4 中，如果将“EDIT ENABLE＝1”，则等同于 K901.6＝1（PMC－SB7 版本）或 K18.6＝1（PMC－SA1 版本），下面的说明中将附上相应的两个版本的 K 地址。具体控制参数说明如下所述。

PMC PRM（SETTING）界面中的参数含义如：

1. TRACE START（PMC－SB7：K906.5，PMC－SA1：K17.5）

MANUAL（0）：按下 START 软键执行跟踪功能。

AUTO（1）：系统上电后自动执行跟踪功能。

2. EDIT ENABLE（PMC－SB7：K901.6，PMC－SA1：K18.6）

NO（0）：禁止编辑顺序程序。

YES（1）：允许编辑顺序程序。

3. WRITE TO F－ROM（PMC－SB7：K902.0，PMC－SA1：K19.0）

NO（0）：编辑顺序程序后不会自动写入 F－ROM（系统中的 F－ROM）。

YES（1）：编辑顺序程序后自动写入 F－ROM（系统中的 F－ROM）。

4. RAM WRITE ENABLE（PMC－SB7：K900.4，PMC－SA1：K17.4）

NO（0）：禁止（修改、编辑后的 PMC 程序）写入 RAM。

YES（1）：允许（修改、编辑后的 PMC 程序）写入 RAM。

5. DATA TBL CNTL SCREEN（PMC－SB7：K900.7，PMC－SA1：K17.7）

YES（0）：显示 PMC 数据表管理界面。

NO（1）：不显示 PMC 数据表管理界面。

6. HIDE PMC PARAM

NO（0）：允许显示 PMC 参数（仅当 EDIT ENABLE＝0 时有效）。

YES（1）：禁止显示 PMC 参数（仅当 EDIT ENABLE = 0 时有效）。

7. PROTECT PMC PARAM

NO（0）：允许修改 PMC 参数（仅当 EDIT ENABLE = 0 时有效）。

YES（1）：禁止修改 PMC 参数（仅当 EDIT ENABLE = 0 时有效）。

8. HIDE PMC PROGRAM（PMC – SB7：K900. 0，PMC – SA1：K17. 0）

NO（0）：允许显示顺序程序。

YES（1）：禁止显示顺序程序。

9. IO GROUP SELECTION

HIDE（0）：隐藏 IO 模块地址。

SHOW（1）：显示 IO 模块地址。

10. LADDER START（PMC – SB7：K900. 2，PMC – SA1：K17. 2）

AUTO（0）：系统上电后自动执行顺序程序。

MANUAL（1）：按下 RUN 软键后执行顺序程序。

11. ALLOW PMC STOP（PMC – SB7：K902. 2，PMC – SA1：K19. 2）

NO（0）：禁止对顺序程序进行 RUN/STOP 操作。

YES（1）：允许对顺序程序进行 RUN/STOP 操作。

12. PROGRAMMER ENABLE（PMC – SB7：K900. 1，PMC – SA1：K17. 1）

NO（0）：禁止内置编程功能，如图 6-6 所示。

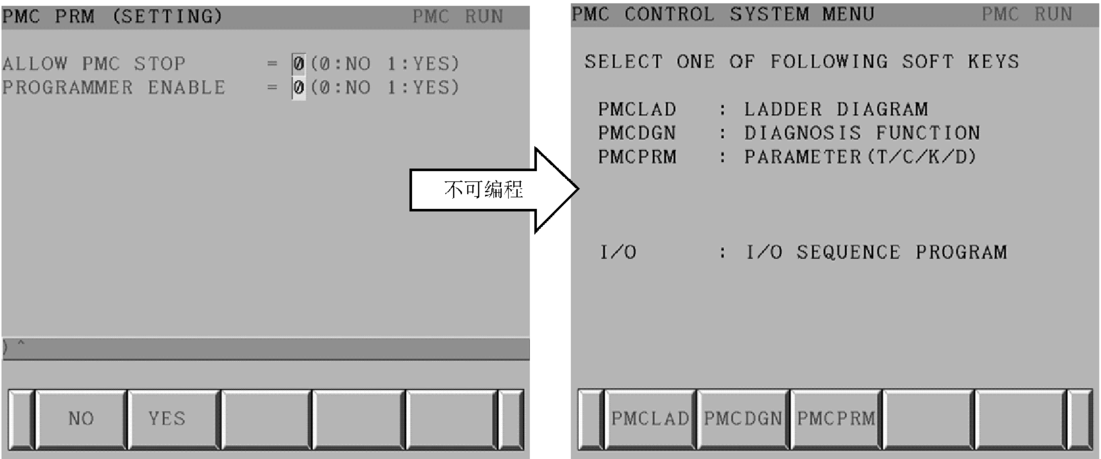


图 6-6　禁止内置编程功能

YES（1）：允许内置编程功能，如图 6-7 所示。

上述控制 PMC 程序的参数，其真正意义在于既可使调试、维修人员灵活使用内置 PLC 编程器各项功能，又可保护 PMC 程序不易被修改。PMC 系统提供了不同的内置编程功能，如编辑、诊断和调试，这些都可以帮助编辑和调试梯形图。在执行梯形图时使用此功能可能导致丧失安全性，这就需要这些功能的操作者要完全懂得梯形图和 PMC 的操作。对于用户来说这是很受欢迎的，这些功能对于防止最终用户的粗心操作将起到很好的保护作用。此外，如果最终用户因为某些理由需要使用其中的部分功能时，如维修和调整，用户就得使用

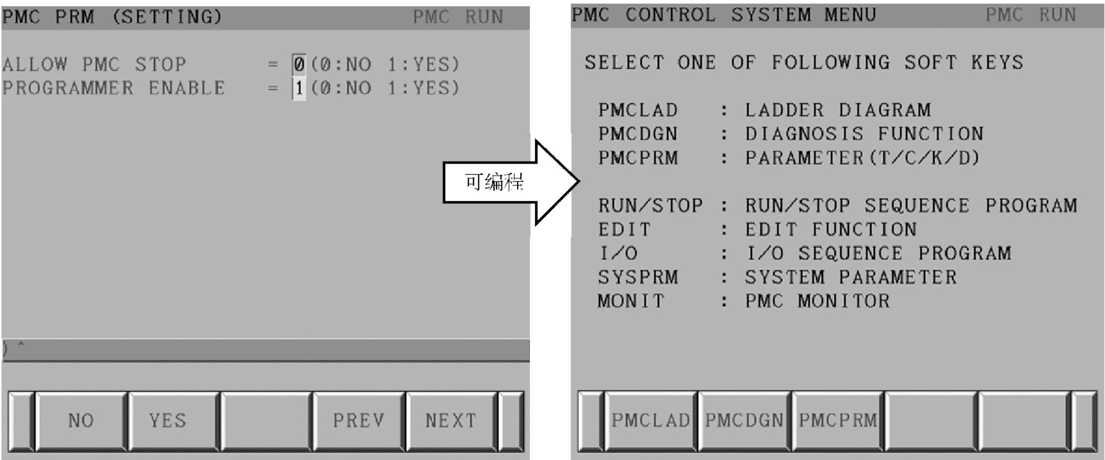


图 6-7　允许内置编程功能

某种方法，使机床处在安全的方式下再让这些功能有效或使得操作者知道并且严格按照安全顺序来完成操作。

这部分所描述的需设定的参数提供给机床的开发者，以使他们能够正确编辑顺序程序或控制必要条件下的参数。在这种情况下通过排除可能导致“停止梯形图”、“改变顺序程序”或“改变重要的设定数据”的误操作，允许操作者安全使用 PMC 的诊断功能。

这些参数可以在 SETTING 界面中设定。

对 PMC 控制应用系统的开发者来说，这个部分包含了很多重要的信息，不正确执行应用系统会导致安全性的降低。尤其是在使用这部分功能时，仔细检查和考虑是非常必要的。

1. 重要控制参数的作用

（1）PROGRAMMER ENABLE　编程器有效。

如果 PROGRAMMER ENABLE 设为 YES，将进入超级用户方式，下面的功能将有效：

1）PMC 编辑界面；

2）标题数据编辑界面；

3）符号/注释编辑界面；

4）信息编辑界面；

5）I/O 单元地址设定界面；

6）交叉参考界面；

7）清除梯形图；

8）清除 PMC 参数；

9）PMC 的启动/停止；

10）信号强制输出功能；

11）倍率功能；

12）多语言信息显示功能的设定；

13）I/O 界面；

14）系统参数界面；

15）在线设定界面。

（2）HIDE PMC PROGRAM　隐藏 PMC 程序。

如果 HIDE PMC PROGRAM 设为 YES，下列功能在梯形图中的显示将无效：

1）PMC 监控界面；

2）PMC 编辑界面；

3）标题数据编辑界面；

4）符号/注释编辑界面；

5）信息编辑界面；

6）I/O 单元地址设定界面；

7）交叉参考界面；

8）清除梯形图；

9）清除 PMC 参数；

10）系统参数界面。

（3）EDIT ENABLE　编辑有效。

如果 EDIT ENABLE 设为 YES，则能对程序进行编辑的下列功能有效：

1）PMC 编辑界面；

2）标题数据编辑界面；

3）符号/注释编辑界面；

4）信息编辑界面；

5）I/O 单元地址设定界面；

6）交叉参考界面；

7）清除梯形图；

8）设定多语言信息显示功能；

9）系统参数界面。

（4）ALLOW PMC STOP　允许 PMC 程序停止运行。

如果 ALLOW PMC STOP 设为 YES，则需要梯形图停止/启动的下列功能有效：

1）符号/注释编辑界面；

2）信息编辑界面；

3）I/O 单元地址设定界面；

4）清除梯形图；

5）清除 PMC 参数；

6）启动/停止梯形图；

7）系统参数界面。

（5）RAM WRITE ENABLE　RAM 写入有效。

如果设定 RAM WRITE ENABLE 为 YES，将使 FORCE 功能和倍率功能有效。

（6）DATA TBL CNTL SCREEN　数据表控制界面。

如果设定 DATA TBL CNTL SCREEN 为 NO，数据表控制界面将不能显示。

2. 参数设定实例

（1）如果要完全禁止操作者处理梯形图：

1）编程器有效“NO”；
2）隐藏 PMC 程序“YES”；
3）编辑有效“NO”；
4）允许 PMC 停止“NO”。
（2）如果只允许操作者监控梯形图：
1）编程器有效“NO”；
2）隐藏 PMC 程序“NO”；
3）编辑有效“NO”；
4）允许 PMC 停止“NO”。
（3）如果允许操作者监控和编辑梯形图：
1）编程器有效“NO”；
2）隐藏 PMC 程序“NO”；
3）编辑有效“YES”；
4）允许 PMC 停止“NO”。
（4）如果允许操作者在需要停止梯形图下监控和编辑梯形图：
1）编程器有效“NO”；
2）隐藏 PMC 程序“NO”；
3）编辑有效“YES”；
4）允许 PMC 停止“YES”。

注：如果上述参数调整后仍然不能进入 PMC 程序编辑界面，则说明机床厂有可能使用特别保护功能——梯形图密码保护。相关内容请查阅 FAPT LADDER – Ⅲ 操作者手册 B – 66234EN 中的 5.4 PROTECING LADDER PROGRAMS BY PASSWORD 内容。

6.2　内置 PMC 编辑器的使用

6.2.1　有关程序标题等参数的设置操作

标题、符号表、信息表、模块地址、跨接表是保证 PMC 程序运行，使程序易读、易懂的重要参数具体如下：

1）标题：程序版本信息，包括机型、程序编辑人、版本号等。
2）符号表：地址对应的名称、符号，相当于助记符，便于梯形图阅读。
3）信息表：包括报警信息内容，提示信息内容等。
4）模块地址：I/O 装置对应的地址排序。
5）跨接表：各信号相互关联对应表。

1）按下 MDI 面板的 SYSTEM 功能键，系统显示如图 6-1 所示系统调试软键菜单。

2）按下如图 6-1 所示软键菜单的 PMC 软键，内部编程器启动后，按软键右端的继续键 ▶ 时，系统显示如图 6-8 所示 PMC 调试第 2 页软键菜单。

按下 EDIT 软键，系统显示如图 6-9 所示界面。

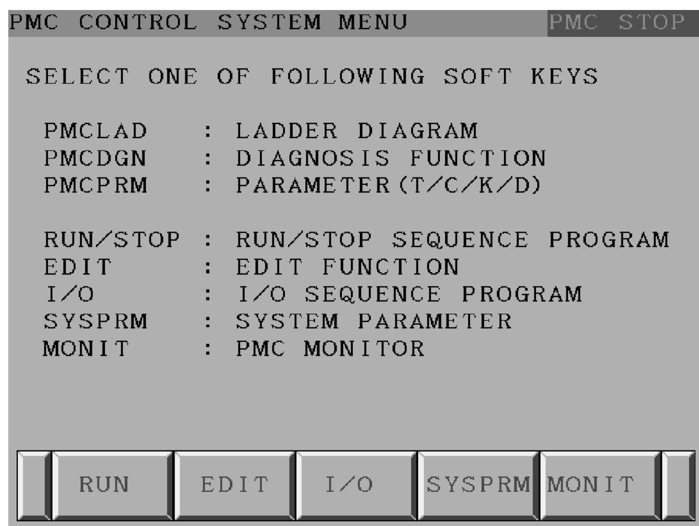


图 6-8　PMC 调试第 2 页

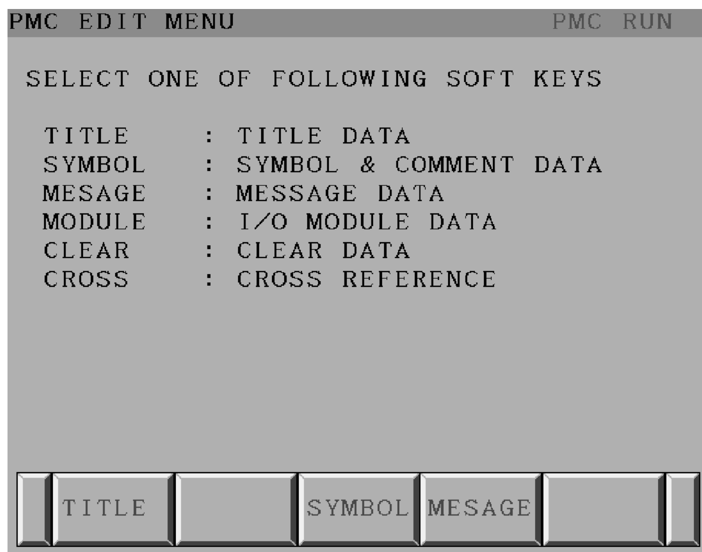


图 6-9　PMC 编辑界面

3）按下图 6-9 中的 TITLE 软键，进入标题设置界面，如图 6-10 和图 6-11 所示。

4）按下图 6-9 中的 SYMBOL 软键，系统显示如图 6-12 所示编辑注释符号表界面。

利用界面提供的 INPMOD 软键、DELETE 软键、SRCH 软键、COPY 软键进行输入、删除、搜索、复制等操作。

5）按下图 6-9 中的 MESAGE 软键，系统显示如图 6-13 所示 PMC 编辑注释符号表界面。

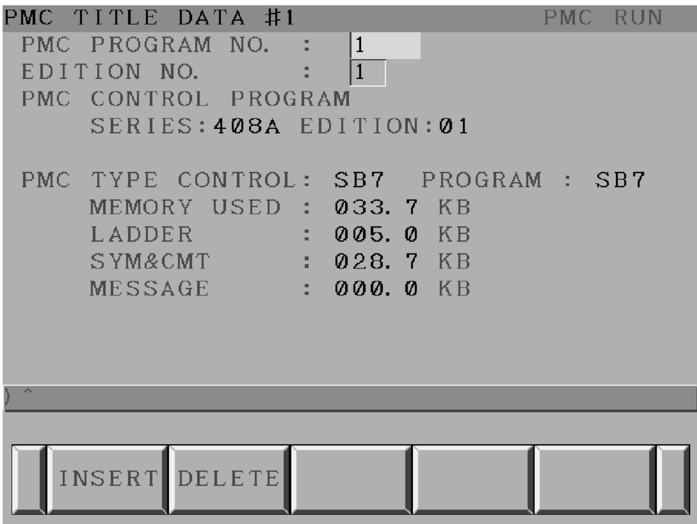


图6-10　PMC编辑界面——标题#1



图6-11　PMC编辑界面——标题#2

6）当系统显示如图6-9所示EDIT第1页操作界面时，按下软键继续翻页键[►]，找到MODULE软键，并按下该软键，系统显示如图6-14所示界面。

地址输入方法：按照图6-14所示地址，键入0.0.0.CM31I（注意，此处动态键入无法截图，故图中无法显示）按下INPUT软键输入有效。

注意小数点的分割，如果字符有误，正确的地址不能输入。

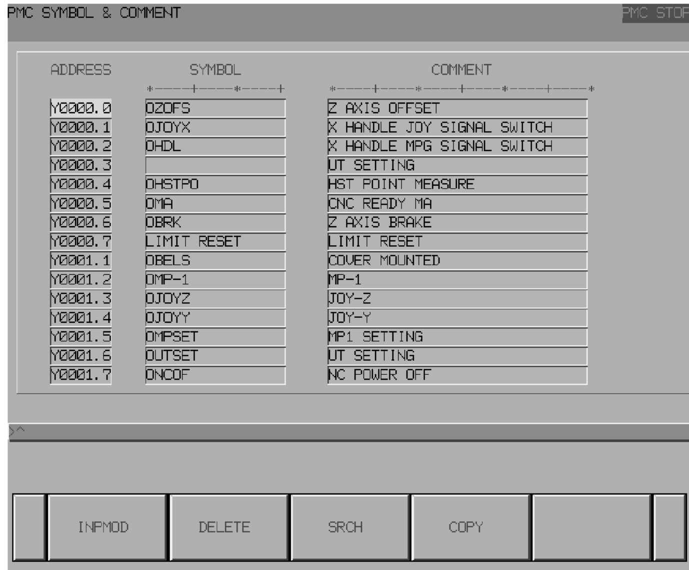


图 6-12　PMC 编辑注释符号表界面

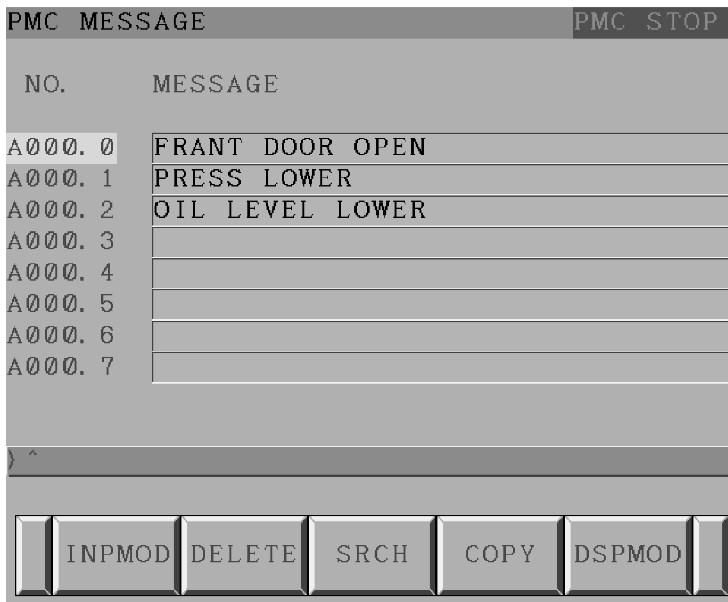


图 6-13　PMC 编辑注释符号表界面

```
PMC I/O MODULE    CHANNEL 1          PMC STOP
ADDRESS   GROUP   BASE   SLOT        NAME
  X006      0       0      1         CM13I
  X007      0       0      1         CM13I
  X008      0       0      1         CM13I
  X009      0       0      1         CM13I
  X010      0       0      1         CM13I
  X011      0       0      1         CM13I
  X012      0       0      1         CM13I
  X013      0       0      1         CM13I
  X014      0       0      1         CM13I
  X015      0       0      1         CM13I
GROUP. BASE. SLOT. NAME =

> ^

[INPUT][SEARCH][DELETE][PRV. CH][NXT. CH]
```

图 6-14　PMC 编辑模块表界面

6.2.2　使用内置编程器编辑、修改梯形图

1）PMC 编辑界面如图 6-15 所示，按下 PMCLAD 软键，系统显示梯形图，如图 6-16 所示。

```
PMC CONTROL SYSTEM MENU              PMC STOP

SELECT ONE OF FOLLOWING SOFT KEYS

 PMCLAD    : LADDER DIAGRAM
 PMCDGN    : DIAGNOSIS FUNCTION
 PMCPRM    : PARAMETER(T/C/K/D)

 RUN/STOP  : RUN/STOP SEQUENCE PROGRAM
 EDIT      : EDIT FUNCTION
 I/O       : I/O SEQUENCE PROGRAM
 SYSPRM    : SYSTEM PARAMETER
 MONIT     : PMC MONITOR

[PMCLAD][PMCDGN][PMCPRM][      ][      ]
```

图 6-15　PMC 编辑画面——开始菜单

2）在如图 6-16 所示 PMC 编辑界面上，按下 EDIT 软键，可以出现如图 6-17 所示的 PMC 编辑软键菜单。

按下翻页[▶]软键，出现下一级菜单，如图 6-18 所示。

图 6-17 和图 6-18 所示 PMC 编辑软键的含义见表 6-1，由于 RESTORE、SETING、STOP

软键在高版本中才有，如图 6-17 和图 6-18 中无显示。

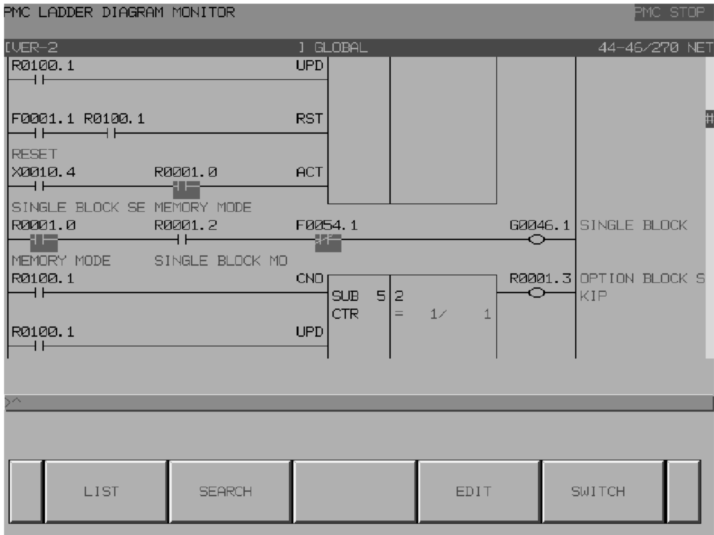


图 6-16 PMC 编辑画面——梯形图显示



图 6-17 PMC 编辑软键菜单 1



图 6-18 PMC 编辑软键菜单 2

表 6-1 PMC 编辑软键含义

LIST	显示程序清单
SEARCH	显示检索菜单
CREATE	在光标位置追加网行
MODIFY	修改光标位置的网行
UPDATE	使追加、修改的程序有效
SELECT	选择复制和删除范围
DELETE	删除选择范围的程序
CUT	在缓冲器中剪取选择范围的程序
COPY	在缓冲器中复制选择范围的程序
PASTE	把缓冲器中的内容插入光标位置
RESTORE	把更新前的程序恢复到原来的状态
SETING	设定程序的显示形式
STOP	停止程序

3）修改梯形图网格内容：在如图 6-16 所示梯形图界面按下 EDIT 软键，将光标移动到需要修改的“触点”上，按下 MODIFY 软键，该网格变为黄色，如图 6-19 所示。

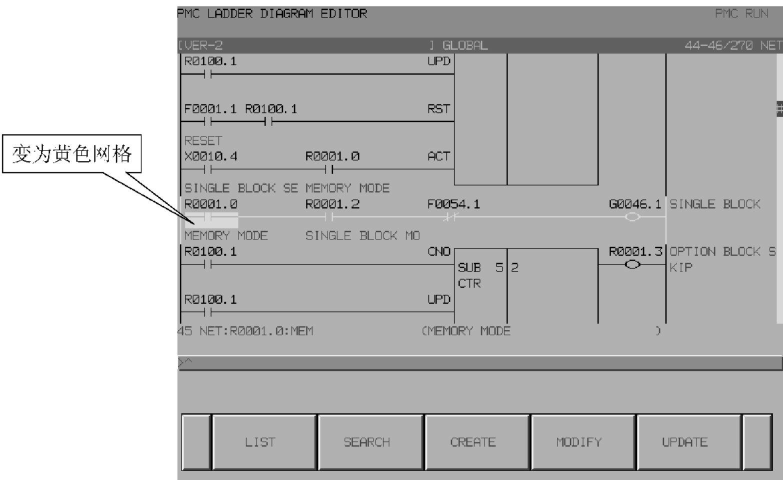


图 6-19　PMC 编辑画面——梯形图修改

4）在如图 6-19 所示界面按下 MODIFY 软键，进入网格修改界面，如图 6-20 所示。

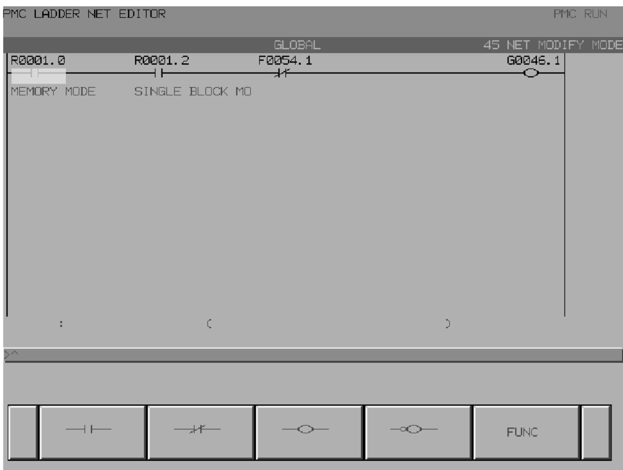


图 6-20　PMC 编辑画面——MODIFY

PMC 程序编辑界面中，包括了编辑梯形图程序所需的各种信号的符号，即动合触点、动断触点、输出线圈、输出非、功能指令菜单等，如图 6-21 所示。

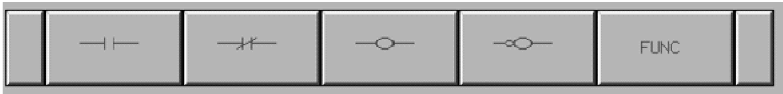


图 6-21　PMC 程序编辑软键

图 6-21 中从左到右，各符号分别代表：

① A 类触点，即动合触点。

② B 类触点，即动断触点。

③ 输出线圈。

④ 将信号取非，并输出。

⑤ 功能指令菜单。

5）可以通过“插入网格”编辑新的程序段，如图 6-22 和图 6-23 所示。



图 6-22　PMC 编辑画面——MODIFY1

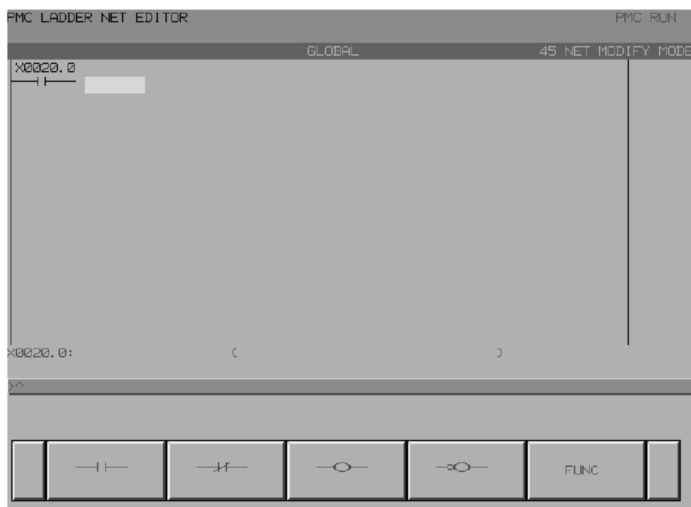


图 6-23　PMC 编辑画面——MODIFY2

通过上面介绍的各类触点软键，输入相应的符号，如图 6-23 所示输入动合触点，信号地址为 X0020.0。

如果需要输入功能指令，则需按下 FUNC 软键。在图 6-23 所示界面按下 FUNC 软键，系统显示如图 6-24 所示功能指令菜单。

选择相应的功能指令，如选择图 6-24 中的 SUB3－TMR 时间继电器，按下 SELECT 软键，操作结果如图 6-25 所示。

完善整个网格的编辑，线条变为黑色。

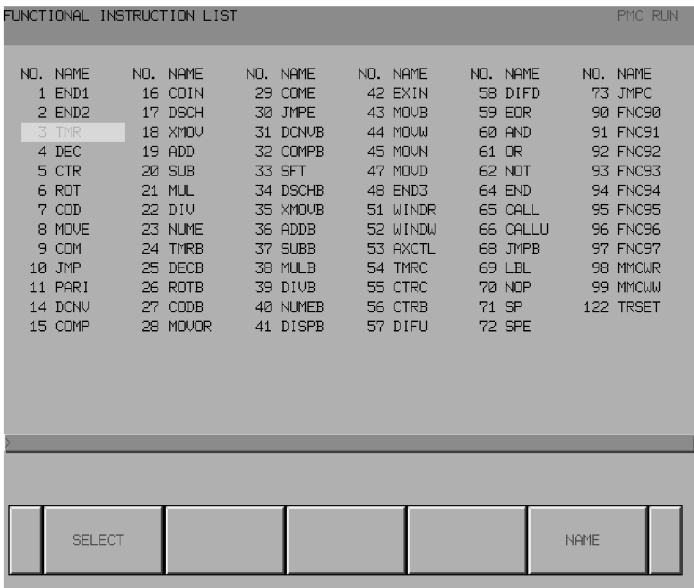


图 6-24　PMC 编辑画面——功能指令菜单

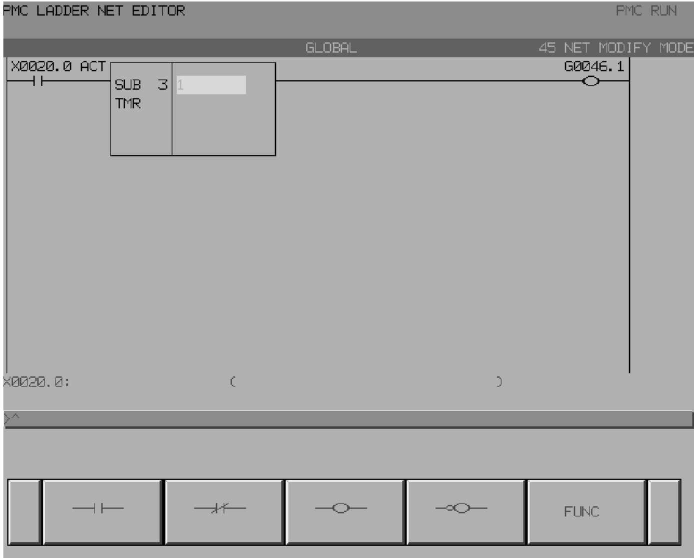


图 6-25　PMC 编辑画面——FUNC 指令编辑

在编辑过程中，按翻页软键可以出现如图 6-26 所示两组编辑工具软键菜单。



图 6-26　PMC 程序编辑软键菜单第 2、3 页

图 6-26 中从左到右、从上到下，各符号分别代表：

① 连线。
② 删除。既可以删除触点、线圈、功能指令，也可以删除连线。
③ 左跨接。
④ 右跨接。
⑤ 翻页。
⑥ 左断线，即删除左跨接。
⑦ 右断线，即删除右跨接。
6）删除元素。要删除连线和触点等元素时，按如下方法进行操作：
① 删除连接线：
a. 把光标移到要删除的连接线上。
b. 按下软键 [↑——] 和 [——↑]。
② 删除触点和线圈：
a. 把光标移到要删除的连接线上。
b. 按下软键 [- - -]。
③ 以网络单位进行删除时，依次按下软键 [COMAND] 和 [DELINET]。

6.3 梯形图及 PMC 参数输入/输出

6.3.1 PMC 梯形图及 PMC 参数的输入

在 PMC 界面，可以进行梯形图及 PMC 参数的备份和恢复，这对于调试和维修人员都是非常重要的基本操作，本节主要介绍梯形图及 PMC 参数的备份和恢复的具体操作。

应注意如下事项：

1）在 FANUC 0i 系统引导画面也可以进行梯形图和 PMC 参数的备份、恢复，相关操作请参阅 FANUC 0i－A/B/C/D 系列维修说明书。

2）所备份的梯形图文件必须通过 FAPT LADDER－Ⅲ软件才可以打开，在计算机的 Windows 操作系统上阅读。

3）在 PMC 界面下备份的梯形图文件与在 FANUC 0i 系统引导画面备份的梯形图文件完全相同。

具体操作步骤：

1）请确认输入设备是否准备好（计算机或 C－F 卡），如果使用 C－F 卡，在 SETTING 界面 I/O 通道一项中设定 I/O＝4。如果使用 RS－232C 则根据硬件连接情况设定 I/O＝0 或 I/O＝1（RS－232C 接口 1）。

2）计算机侧准备好所需要的程序界面（相应的操作参照所使用的通信软件说明书）。

3）按下功能键 [OFFSET SETTING]。

4）按下 SETTING 软键，出现 SETTING 界面，如图 6-27 所示。



图 6-27　SETTING 界面

5）在 SETTING 界面中，将（参数可写入开关）PWE = 1。

当界面提示“PARAMETER WRITE（PWE）”时输入 1，出现报警 P/S 100 表明参数可写。

6）按下 MDI 面板的 SYSTEM 功能键，系统显示如图 6-28 所示系统调试软键菜单。

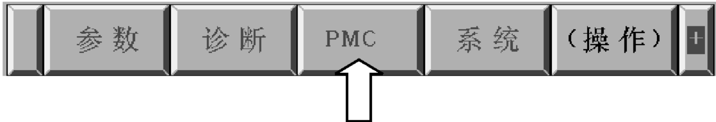


图 6-28　系统调试软键菜单

7）按下如图 6-28 所示软键菜单的 PMC 软键，并按下继续翻页软键，如图 6-29 所示按下 I/O 软键，系统显示如图 6-30 所示 PMC I/O 设置界面。

图 6-30 参数说明：

① DEVICE：输入/输出装置，可以选用的输入/输出装置包括 F－ROM（CNC 存储区）、计算机（OTHERS）、FLASH 卡（M－CARD）等，如图 6-31 和图 6-32 所示。

② FUNCTION：从外设读数据（输入）或向外设写数据（输出）。

③ DATA KIND：输入/输出数据种类，共有两种：LADDER（梯形图）；PARAMETER（参数）。

④ FILE NO.：文件名，输出梯形图时文件名为@ PMC－SB. 000，输出 PMC 参数时文件名为@ PMC－SB. PRM。

例如，将梯形图程序从 FLASH 卡或计算机输入到数控系统 PMC。选择 DEVICE = M－CARD，从 C－F 卡读入数据，如图 6-30 所示。或选择 DEVICE = OTHERS，从计算机接口读入数据，如图 6-33 所示。

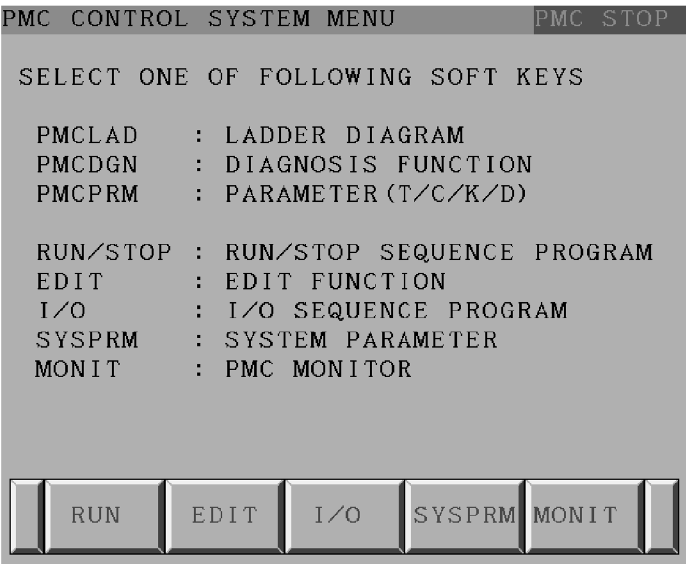


图 6-29　出现 PMC 控制系统菜单

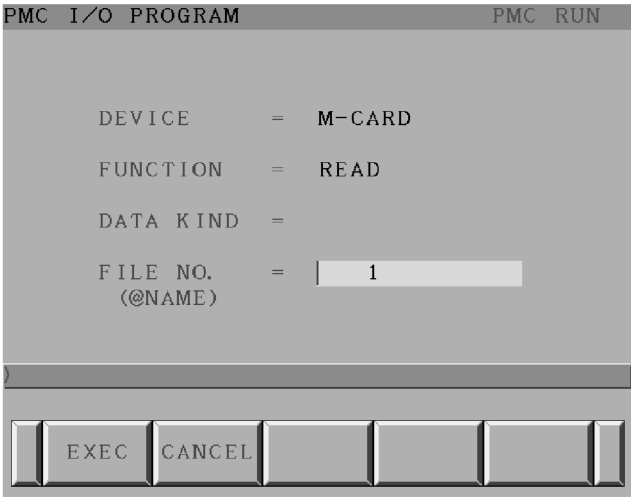


图 6-30　PMC I/O 设置界面



图 6-31　输入/输出装置第 1 页软键菜单



图 6-32　输入/输出装置第 2 页软键菜单

8）按下 EXEC 软键，梯形图和 PMC 参数被传送到 CNC DRAM 中。

9）将 DRAM 中的数据写到 CNC F－ROM 中。首先将 PMC 界面控制参数修改为 WRITE TO F－ROM（EDIT）=1，如图 6-34 所示。

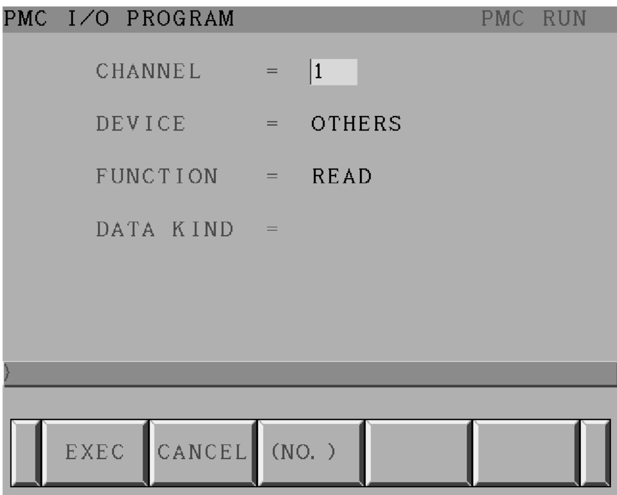


图 6-33　将 PMC 程序输入数控系统的操作 1

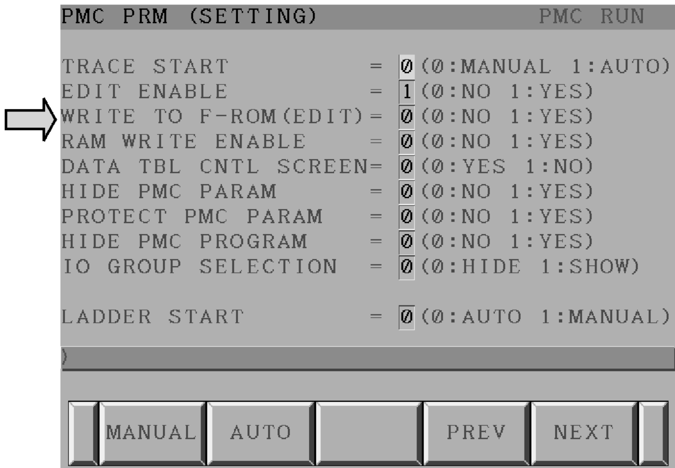


图 6-34　将 PMC 程序输入数控系统的操作 2

10）设定 DEVICE = F – ROM（CNC 系统内的 F – ROM）、FUNCTION = WRITE，如图 6-35 所示。

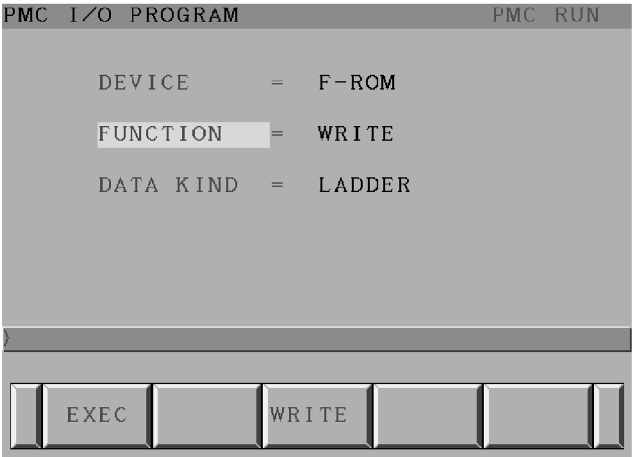


图 6-35　将 PMC 程序输入数控系统的操作 3

11）按下 EXEC 软键，将 SRAM 中的梯形图写入 F－ROM 中。

数据正常写入后会出现如图 6-36 所示界面。

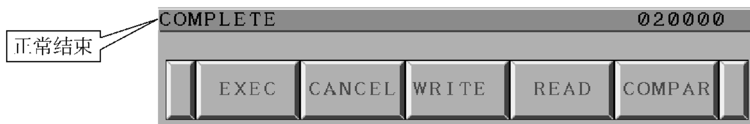


图 6-36　PMC 成功输入数控系统提示界面

如果不执行 9）～11）步骤，读入的梯形图（PMC 程序）掉电再上电后会丢失掉，所以一定要执行 9）～11）步骤，将梯形图写入系统的 F－ROM 存储器中。

按照上述方式从外设读入 PMC 程序（梯形图）的时候，PMC 参数也一同被读入。用 I/O方式读入梯形图的过程如图 6-37 所示。



图 6-37　用 I/O 方式读入梯形图的过程

6.3.2　PMC 梯形图输出

1）执行 6.3.1 节 6）～7）步骤，出现 PMC I/O 界面后，将 DEVICE＝M－CARD（将梯形图传送到 C－F 卡中，见图 6-38）或将 DEVICE＝OTHERS（将梯形图传送到计算机中，见图 6-39）。

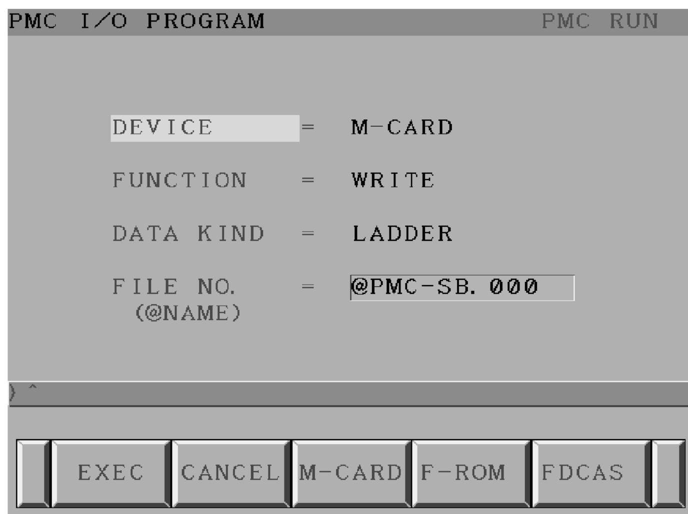


图 6-38　PMC 程序传送到 C－F 卡

2）将 FUNCTION 项选为 WRITE，在 DATA KIND 中选择 LADDER。

3）按下 EXEC 软键，CNC 中的 PMC 程序（梯形图）传送到 C－F 卡或计算机中。

4）正常结束后会出现如图 6-40 所示界面。

6.3.3　PMC 参数输出

1）执行 6.3.1 节 6）～7）步骤，出现 PMC I/O 界面后，将 DEVICE＝M－CARD（将梯



图 6-39　PMC 程序输出到计算机



图 6-40　PMC 程序输出完成提示

形图传送到 C－F 卡中）或 DEVICE＝OTHERS（将梯形图传送到计算机中）。

2）将 FUNCTION 项选为 WRITE，在 DATA KIND 中选择 PARAM，如图 6-41 和图 6-42 所示。

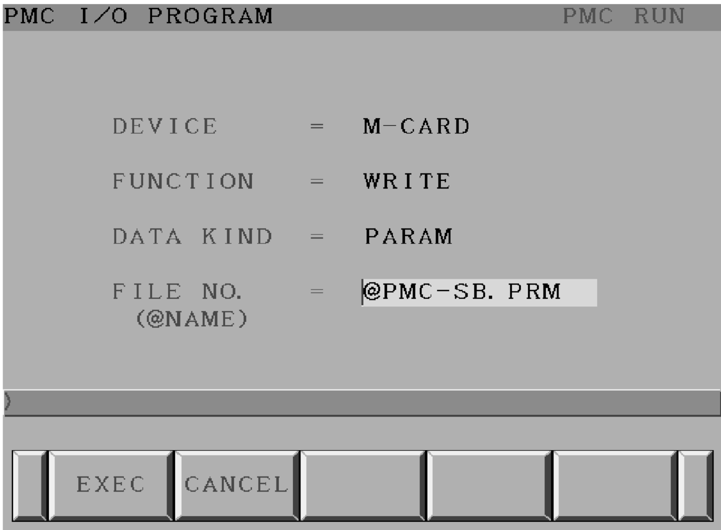


图 6-41　PMC 参数输出操作 1

3）按下 EXEC 软键，CNC 中的 PMC 参数传送到 C－F 卡或计算机中。

4）正常结束后会出现如图 6-40 所示界面。

PMC I/O PROGRAM　PMC RUN

CHANNEL = 1

DEVICE = OTHERS

FUNCTION = WRITE

DATA KIND = PARAM

EXEC | CANCEL | (NO.)

图 6-42　PMC 参数输出操作 2

第 7 章　FAPT LADDER－Ⅲ软件 PC 编程概要

FAPT LADDER－Ⅲ软件（简称 FLADDER－Ⅲ），其中 FAPT（FANUC Automatically Programming Tool，FANUC 自动编程工具）是 FANUC 公司的 PMC 编程工具，它是在 PC Windows 操作系统上运行的 PMC 程序开发工具，根据不同的版本，几乎适用于 FANUC 公司所有版本的数控系统。

7.1　概述

7.1.1　FAPT LADDER－Ⅲ软件主要功能及版本对照

FAPT LADDER－Ⅲ软件的主要功能见表 7-1。

表 7-1　FAPT LADDER－Ⅲ软件的主要功能

离线功能	顺序程序的制作和编辑
	顺序程序 PMC 的传送
	顺序程序的打印
在线功能	顺序程序的监视
	顺序程序的在线编辑
	诊断功能（信号状态显示、扫描、报警显示等）
	写入 F－ROM

可使用的 FAPT LADDER－Ⅲ软件功能与对应的 PMC 机型见表 7-2。

表 7-2　可使用的 FAPT LADDER－Ⅲ软件功能与对应的 PMC 机型

版本号	功　能					
	子程序调用功能	在线功能	离线功能	输入/输出设备		
				PMC	RS－232C	C－F 卡
PMC－SA1	×	△	○	○	○	△
PMC－SA3	×	△	○	○	○	△
PMC－SA5	×	△	○	○	○	△
PMC－SB3	×	△	○	○	○	△
PMC－SB4	×	△	○	○	○	○
PMC－SB4（步顺序）	○	△	○	○	○	○
PMC－SB5	×	△	○	○	○	○
PMC－SB6	×	△	○	○	○	○
PMC－SB6（步顺序）	○	△	○	○	○	○

（续）

版本号	功能					
	子程序调用功能	在线功能	离线功能	输入/输出设备		
				PMC	RS－232C	C－F 卡
PMC－SB7	△	△	○	○	○	○
PMC－SC3	×	△	○	○	○	△
PMC－SC4	×	△	○	○	○	○
PMC－SC4（步顺序）	○	△	○	○	○	○
PMC－PA3	×	△	○	○	○	○
PMC－NB	×	△	○	○	○	○
PMC－NB2	×	△	○	○	○	○
PMC－NB2（步顺序）	○	△	○	○	○	○
PMC－NB6	×	△	○	△	△	○

注：○表示可使用；×表示不可使用；△表示有条件使用。

7.1.2 启动 FAPT LADDER－Ⅲ软件

启动 FAPT LADDER－Ⅲ的步骤如下：

1）使用 Windows 操作系统的“启动”菜单。

2）选择“启动”菜单的“程序”→“FAPT LADDER－Ⅲ”选项。

3）在“FAPT LADDER－Ⅲ”选项上按下鼠标左键。启动 FAPT LADDER－Ⅲ软件，显示如图 7-1 所示的系统启动界面。当软件正常启动后，显示如图 7-2 所示的软件主界面。



图 7-1 FAPT LADDER－Ⅲ软件启动界面

结束 FAPT LADDER－Ⅲ软件的方法有以下两种：

1）选择“文件”菜单中的“结束”。

2）选择主界面右上角的 ×按钮（关闭按钮）。

7.1.3 窗口名称

FAPT LADDER－Ⅲ软件显示的窗口布局如图 7-3 所示。在主窗口中显示多个子窗口，

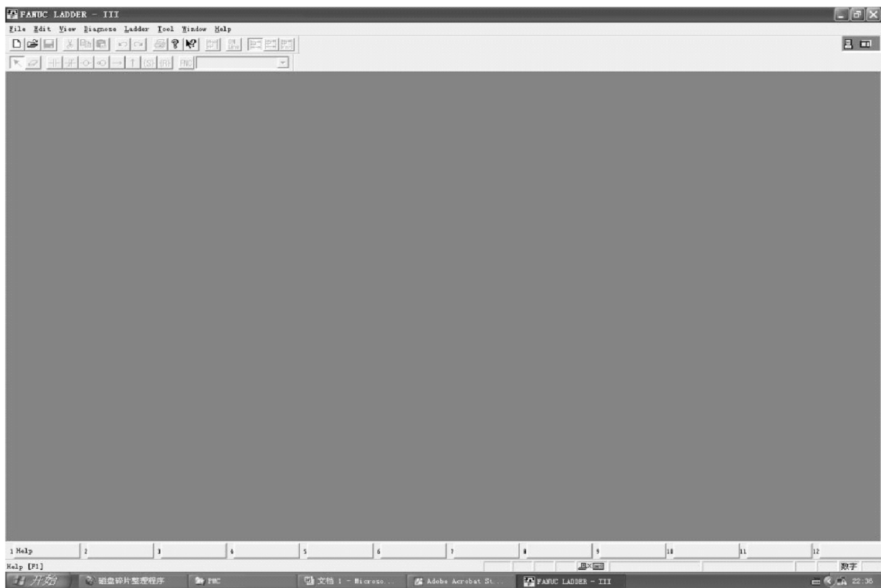


图 7-2　FAPT LADDER－Ⅲ软件主界面

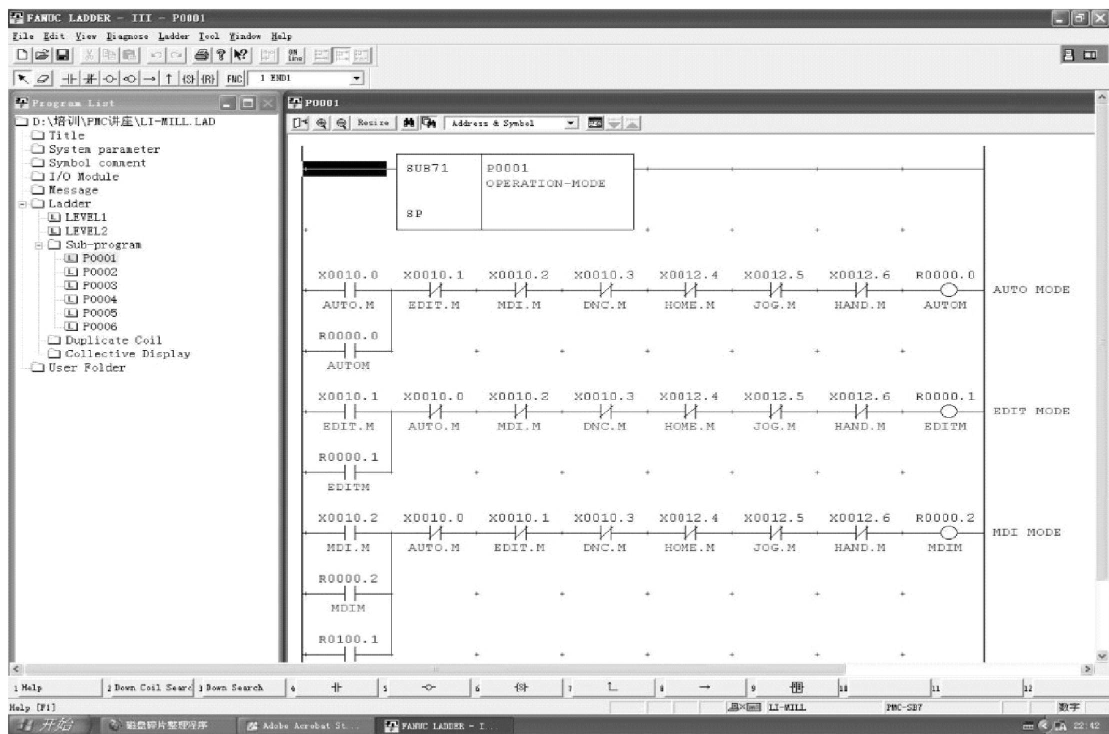


图 7-3　FAPT LADDER－Ⅲ软件程序显示、编辑窗口

图 7-4 中对 FAPT LADDER－Ⅲ软件界面做了解释。

FAPT LADDER－Ⅲ软件中 F1～F9 均为快捷键，在软键上有提示信息，如图 7-4 所示，F1 为帮助菜单，F2 为向下检索输出线圈，F3 为向下检索（某一地址或符号），F4 为动合触点符号快捷键，F5 为输出点符号快捷键，F6 为动断触点符号快捷键，F7 为垂直连接线快捷

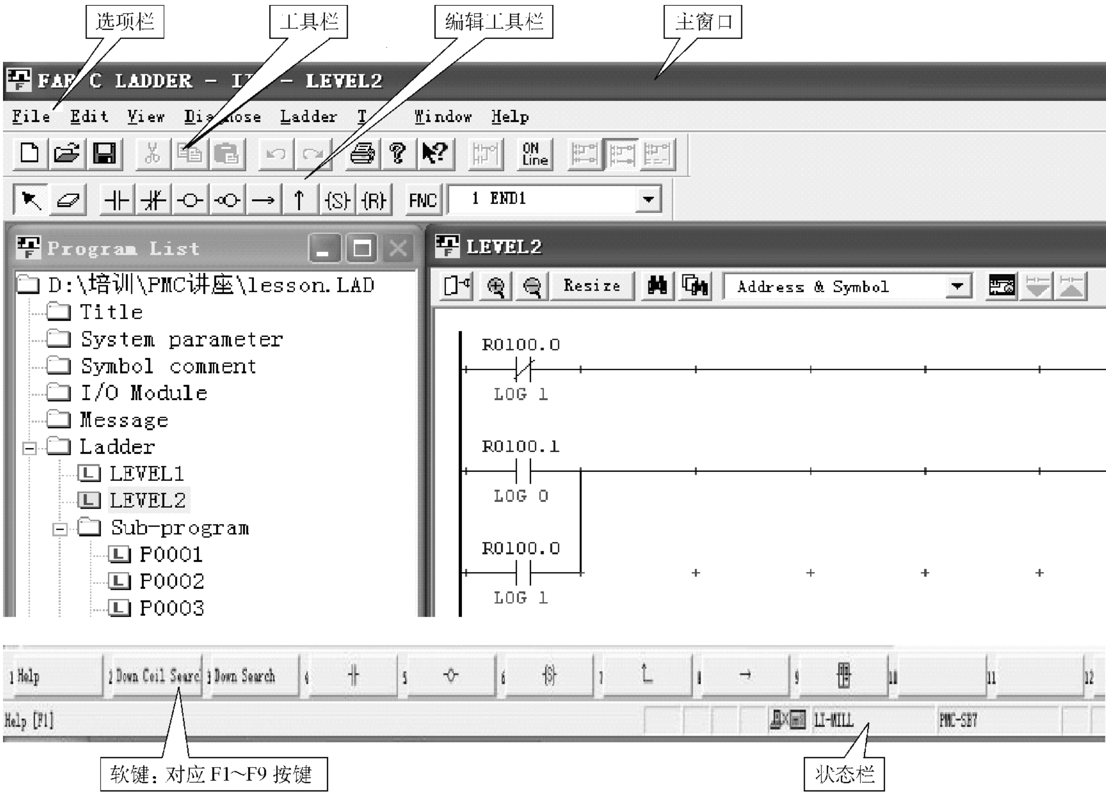


图 7-4　FAPT LADDER－Ⅲ软件界面详解

键，F8 为水平连接线快捷键，F9 为功能模块选择快捷键等（详见表 7-9 即 FAPT LADDER－Ⅲ软件快捷键列表）。

7.1.4　FAPT LADDER－Ⅲ软件选项栏

FAPT LADDER－Ⅲ软件选项栏主要功能见表 7-3。

表 7-3　FAPT LADDER－Ⅲ软件选项栏及主要功能

主菜单		主要功能
文件	File	进行程序的制作，与存储卡和软盘间的数据输入/输出、程序的打印等
编辑	Edit	进行编辑操作、检索、跳转等
显示	View	切换工具栏和软键的显示与不显示
诊断	Diagnose	显示 PMC 信号状态、PMC 参数、信号扫描等的诊断界面
梯形图	Ladder	进行在线/离线的切换、监视/编辑的切换
工具	Tool	进行助记形式变换，与 FAPT LADDER－Ⅲ的文件变换、编译、PMC 的通信等
窗口	Windows	进行操作窗口的选择、窗口的排列
帮助	Help	显示主题的检索、帮助、版本信息

7.1.5　FAPT LADDER－Ⅲ软件程序格式

FAPT LADDER－Ⅲ软件可编辑的内容见表 7-4。

表 7-4　FAPT LADDER－Ⅲ软件可编辑的内容

分　　类	种　　类	备　　注
源程序	系统参数	设定计数器的数值形式等
	标题数据	设定顺序程序的名称和版本号等
	符号/注释	信号名和说明
	信息数据分配 I/O 数据	信息字符串分配 I/O Link 数据
	I/O 分配注释	I/O 分配的注释
	顺序程序	程序本体
	网格注释	程序上附加注释
目标码	存储卡形式数据	

说明：

1）目标码（ROM 形式数据）是由源程序编译来的。

2）对目标码进行反编译就得到了源程序。

3）将源程序进行助记变换就变成了助记语言。

4）反编译后的文件为“LADDER”文件，后缀名为 LAD，可以用 FAPT LADDER－Ⅲ软件直接打开，但是 . LAD 文件不能直接在系统中运行（必须进行编译，生成 M－CARD 格式或 ROM 格式文件）。

5）用 FAPT LADDER－Ⅲ 软件编辑后的梯形图（PMC 程序），经编译后可以生成 M－CARD 格式或其他格式文件，方可加载到系统中运行。SB－7 版本的 M－CARD 格式文件名为 PMC－SB. xxx。

6）FAPT LADDER－Ⅲ软件的顺序程序，在后缀名为 LAD 的文件中存储了所有数据。

7）在线程序文件，在没有打开程序的状态下与 PMC 进行通信时，将从 PMC 读取顺序程序，并且在 FAPT LADDER－Ⅲ软件的安装文件夹下的 LAD 文件夹中自动制作在线程序文件。

FAPT LADDER－Ⅲ软件文件名管理规则见表 7-5。

表 7-5　FAPT LADDER－Ⅲ软件文件名管理规则

分　　类	文　件　名
主控 PMC	PMC0000. LAD ~ PMC0009. LAD
装料器控制 PMC①	PMC1000. LAD ~ PMC1009. LAD

① 装料器控制 PMC 特指带上下料选项功能的 PMC 控制，一般需要辅助的硬件支持，PMC 程序属于主系统 PMC 之外的辅助 PMC。

8）在有在线程序文件的情况下，不打开程序进行通信时，只要有与 PMC 侧的程序一致的在线程序文件，就可将其打开。这样，就不需要多次从 PMC 中读取程序。

9）在线程序文件数量最多为 10。

7.2　程序管理

7.2.1　新建程序

1）点击 FAPT LADDER－Ⅲ软件“File（文件）”菜单下的“New Program（新建程

序）”。新建程序对话框如图 7-5 所示。

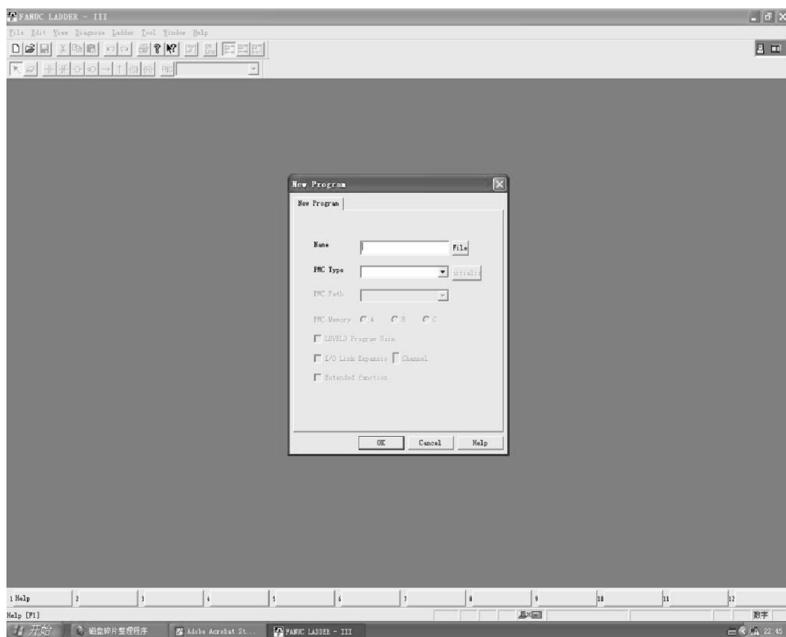


图 7-5　新建程序对话框

2）在“Name（程序名）”上输入程序名，后缀 . LAD 可以省略。

没有默认的文件夹时，点击“View（浏览）”按钮，选择文件夹。

3）在“PMC Type（PMC 类型）”下拉式列表框上选择使用的 PMC 版本，如图 7-6 所示。

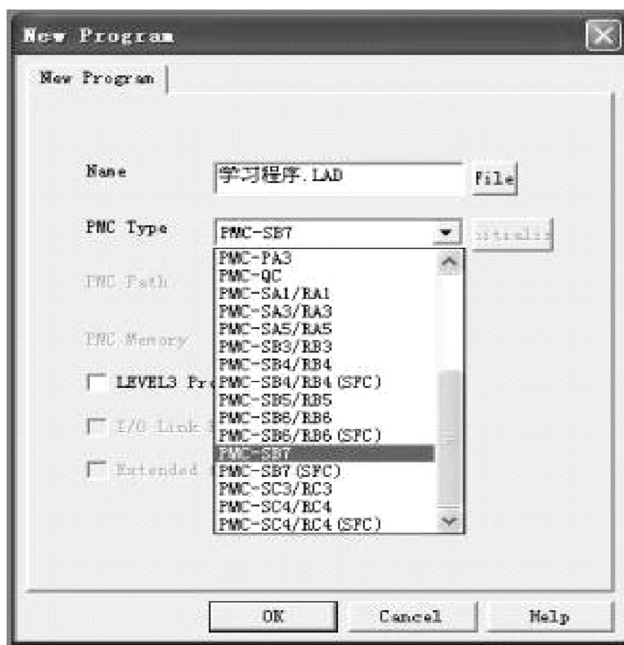


图 7-6　PMC 类型下拉式列表

4）在 PMC－NB SB6 以上版本时，如果使用第 3 级梯形图，则打开“LEVEL3 Program Usir（第 3 级梯形图）”控制框。

5）使用 I/O Link 的双通道功能时，打开“I/O Link Expansio（I/O Link 点数扩展）”控制框。

使用第 3 级梯形图程序，以及 I/O Link 双通道功能的操作提示如图 7-7 所示。

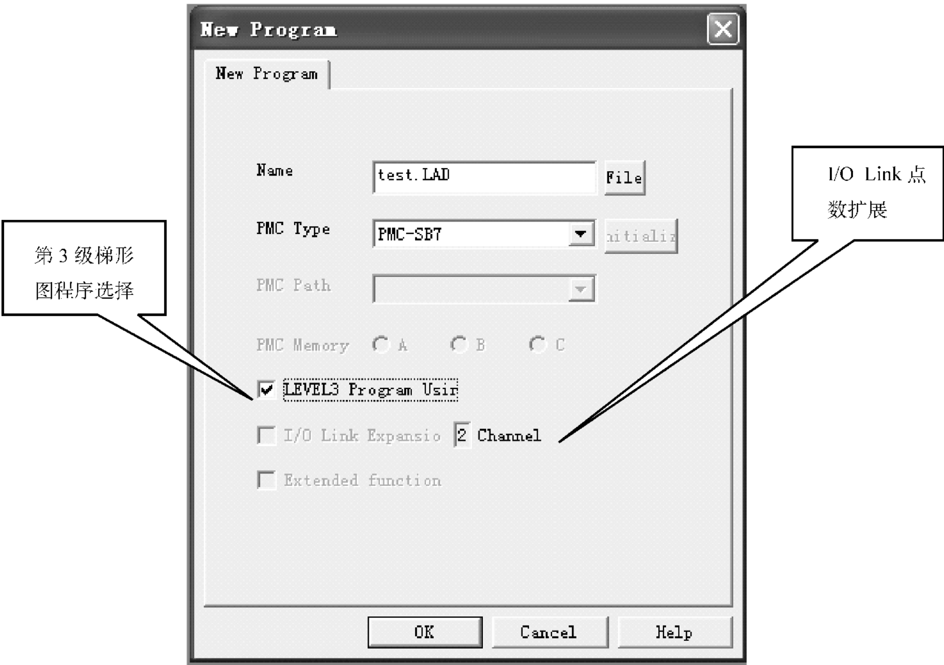


图 7-7　使用第 3 级梯形图程序及双通道 I/O Link 的操作提示

6）点击“OK”按钮，完成新程序创建。

要终止制作新程序时，点击“DELETE（删除）”按钮。用状态栏确认所选择的 PMC 类型。

7.2.2　打开既有程序

1）选择 FAPT LADDER－Ⅲ软件“File（文件）”菜单中的“Open Program（打开文件）”。打开文件对话框如图 7-8 所示。

2）选择文件，将鼠标移动到“打开”按钮上，按下鼠标左键。终止操作时，选择取消按钮。

7.2.3　打开已经保存过的 PMC 程序（在 PC 中保存的程序）

1）使用“Import（导入）”功能，把已经保存过的程序的一部分复制到正在编辑的程序中时，点击选项栏的“File”，点击“Import”，如图 7-9 所示。系统显示“Import”对话框，如图 7-10 所示。

2）如图 7-10 所示第一个“Import”对话框中，指定输入文件类型为“FANUC LADDER Ⅲ File（FAPT LADDER－Ⅲ文件）（＊.LAD）”，点击“Next（下一步）”按钮。

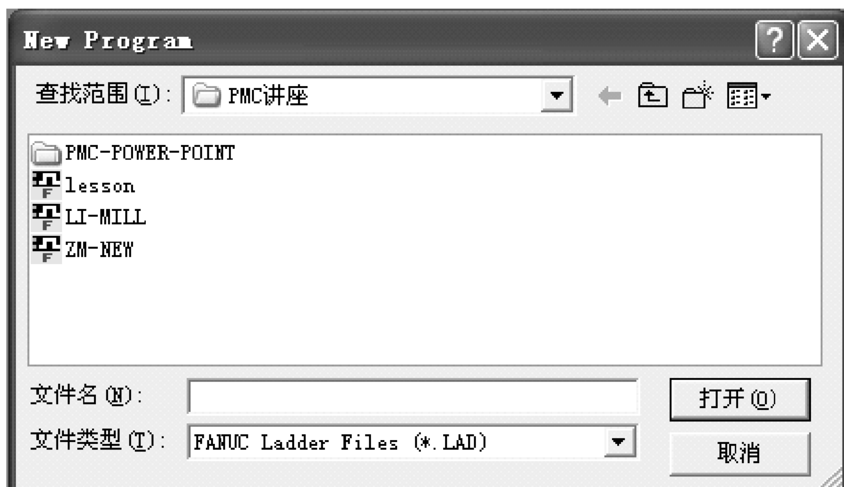


图 7-8　FAPT LADDER－Ⅲ软件打开文件对话框

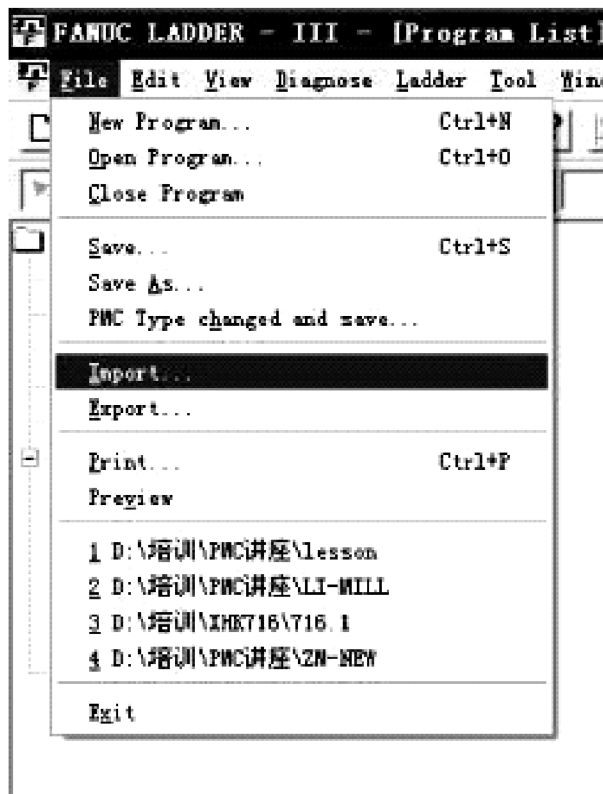


图 7-9　调用 Import 选项

3）如图 7-11 所示，第 2 个“Import”对话框中的“Specify import file name（请指定进行输入的文件）（＊. LAD）”字段上，指定复制原件的 LAD 文件，然后选择“Next”按钮。

4）在“Import”对话框中，用×标示需要进行复制的数据种类，然后点击“Finish（完成）”按钮，如图 7-12 所示。

5）进行输入时，正在编辑的程序内容将会被改写，所以系统将显示如图 7-13 所示的提

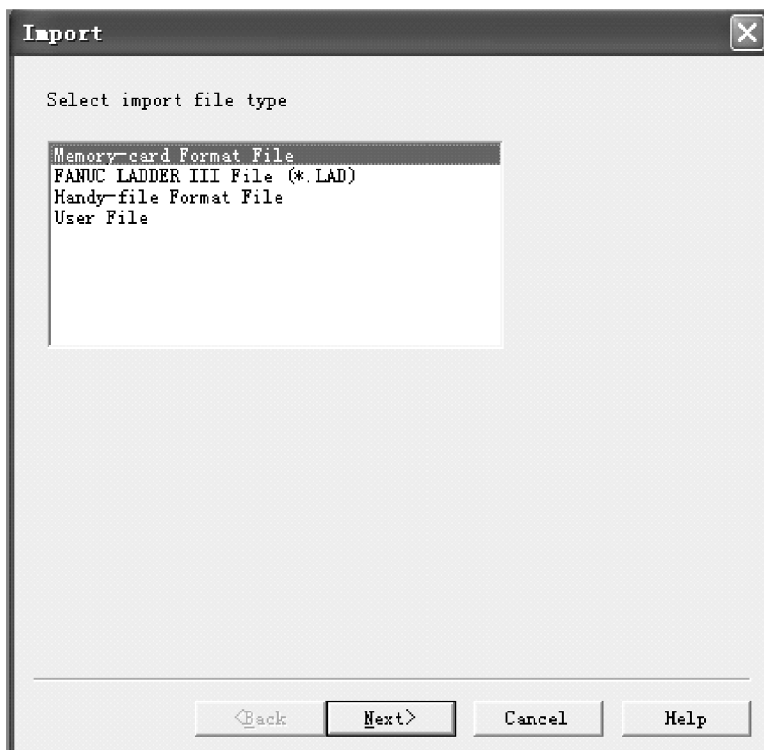


图 7-10　“Import”对话框 1

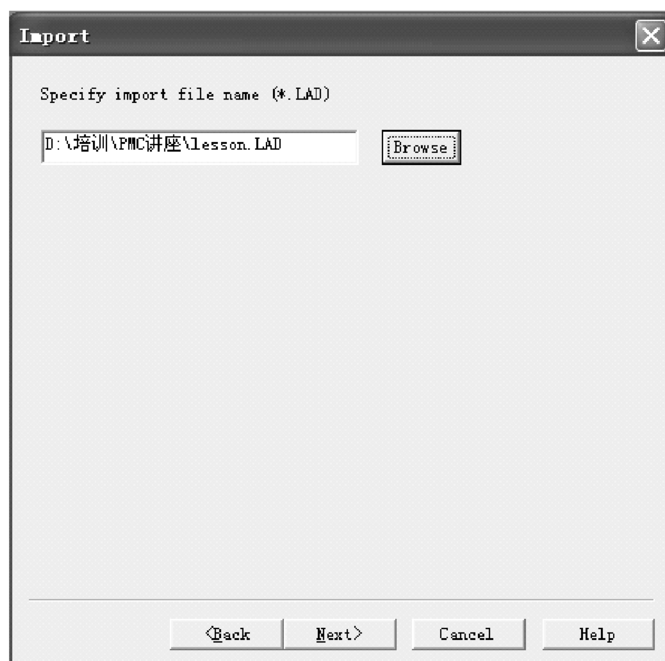


图 7-11　“Import”对话框 2

示信息。点击“是”按钮确认操作，系统将上述操作设定的信息插入梯形图文件；点击“否”按钮，则放弃操作。

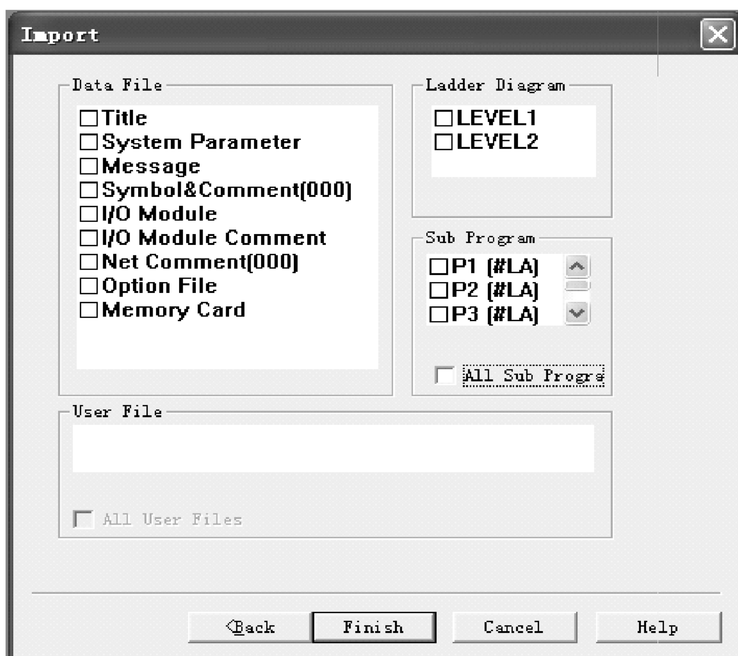


图 7-12　“Import”对话框 3

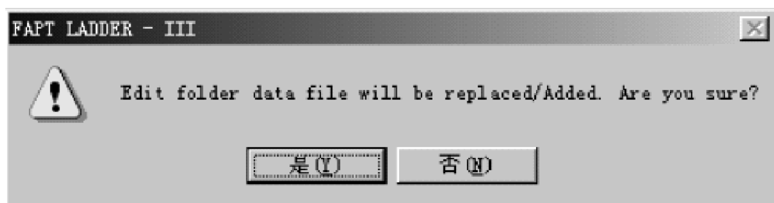


图 7-13　更改梯形图程序提示信息

7.3　离线功能

1. 离线/在线

编辑 PMC 程序有离线编辑和在线编辑两种方法。当前编程器的工作方式，用界面下方的状态栏确认处于在线状态还是离线状态。

2. 离线编辑和在线编辑

1）离线编辑，即在与数控系统 PMC 不通信的状态下编辑程序。

2）在线编辑，即在与数控系统 PMC 通信的同时进行程序编辑和监视。

3. 离线方式和在线方式

在 FAPT LADDER – Ⅲ软件上有离线方式和在线方式两种工作方式，表 7-6 说明了设置系统工作方式的操作方法。

表 7-6　设置系统离线/在线的操作方法

方式	准　　备
离线	编辑器方式处于在线状态时，点击选项栏的“梯形图”、“离线/在线”并切换到离线方式
在线	1）用以太网接口或 RS－232C 电缆连接 PC 和 PMC（CNC） 2）编辑器方式处于离线状态时，点击选项栏的“梯形图”、“离线/在线”并切换到在线方式

说明：

1）连接 PC 和 CNC 的电缆是专用电缆。

2）在线方式时，如果 PC 侧与 PMC 侧的顺序程序不一致，就不能进行编辑或监视。这时就要进行顺序程序的装入和存储操作，以使 PC 与 PMC 的顺序程序一致。

3）追加第 3 级程序，可在离线方式下操作。在“Program List（程序清单）”对话框上按下鼠标右键，由弹出式菜单点击“Add LEVEL3（追加 LEVEL3）”。

7.3.1　编辑标题

1）显示程序清单对话框，如图 7-14 所示。

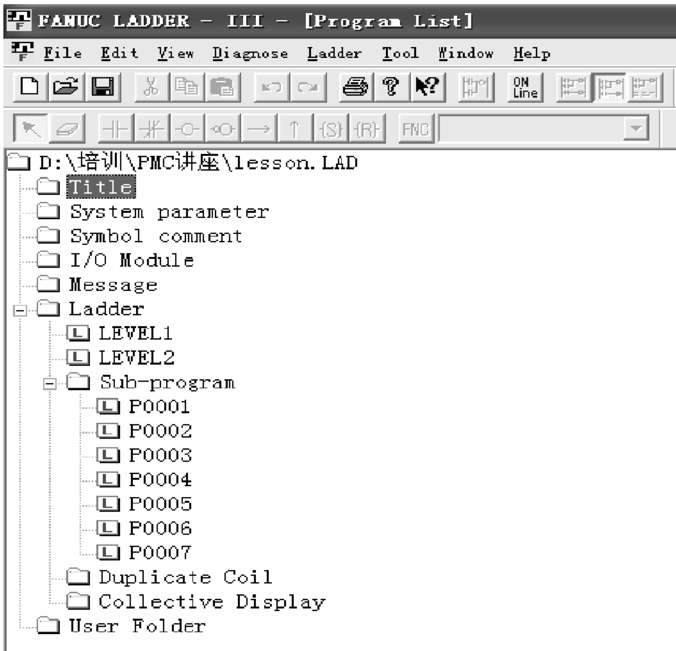


图 7-14　程序清单对话框

2）将鼠标移动到“Title（标题）”栏，双击鼠标左键，系统显示如图 7-15 所示的“Edit Title（编辑标题）”对话框。

3）编辑标题对话框中的各选项设定说明见表 7-7。

7.3.2　设定系统参数

1）将鼠标移动到“Program List”的“System parameter（系统参数）”项目，双击鼠标左键，如图 7-16 所示。双击后系统显示如图 7-17 所示“Edit System parameter（编辑系统参数）”对话框。

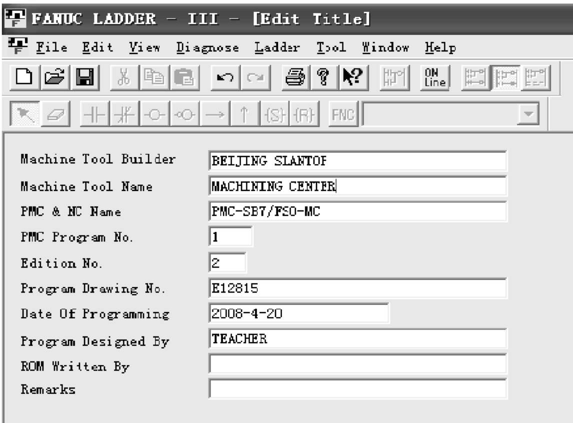


图 7-15　编辑标题对话框

表 7-7　编辑标题对话框中的各选项设定说明

项　　目	最多字符数	备　　注
机床厂名（Machine Tool Builder）	32	
机床名（Machine Tool Name）	32	
NC/PMC 种类（NC/PMC Name）	32	
程序号（Program No. ）	4	显示在 NC 系统配置界面上
版本号（Edition No. ）	2	
程序图号（Program Drawing No. ）	32	
制作年、月、日（Date Programming）	16	
制作者（Program Designed By）	32	
ROM 制作者（ROM Written by）	32	
注释（Remarks）	32	程序的标题

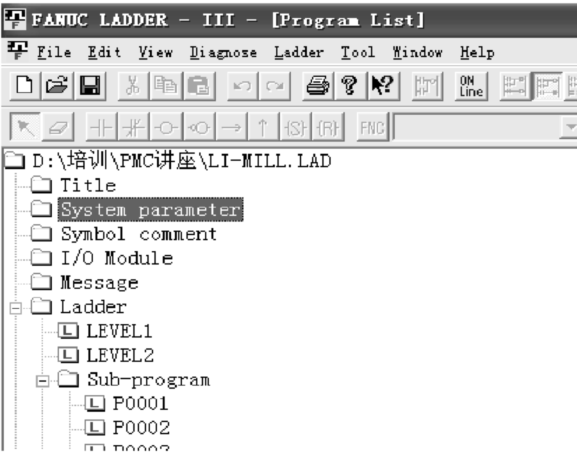


图 7-16　选择程序清单列表的系统参数项目

2）从“Counter Data Type（计数器数据形式）”栏目中选择“BINARY（二进制）”或

“BCD”。

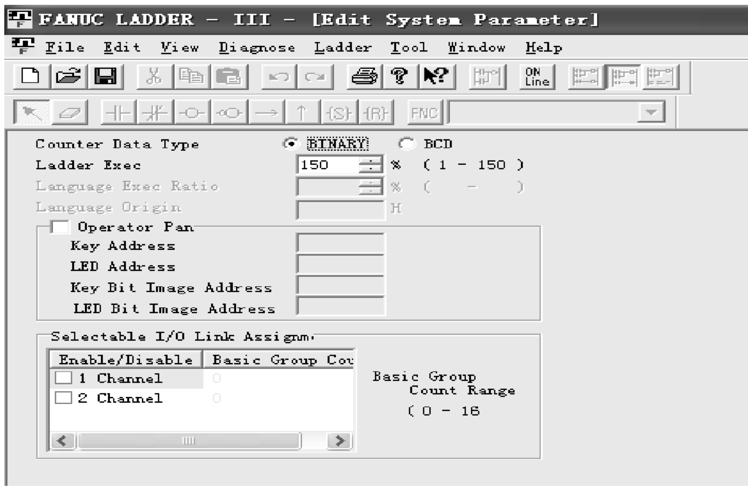


图 7-17　编辑系统参数对话框

7.3.3　符号和注释界面的显示

1）将鼠标移动到“Program List”的“Symbol comment（符号注释）”项目，双击鼠标左键，如图 7-18 所示。系统显示如图 7-19 所示的符号注释对话框。

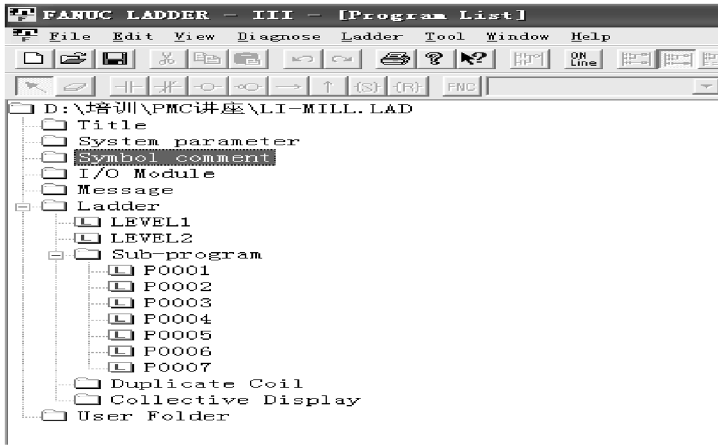


图 7-18　选择程序列表的符号注释项目

2）在如图 7-19 所示符号注释对话框中选择要编辑的信号，系统显示如图 7-20 所示的新数据输入对话框。输入“Address（地址）”（必需）、“Symbol（符号）”、“Relay Comment（继电器注释）”、“Coil Comment（线圈注释）”，按下“OK”按钮，确认已输入的数据、符号、注释。系统显示包含了修改后信息的符号注释列表，如图 7-21 所示。

3）按下“Cancel（取消）”按钮，关闭新数据输入对话框。

7.3.4　分配 I/O Link 的地址

使用 I/O Link 功能时，必须在 FAPT LADDER－Ⅲ软件中相应地设定与 I/O Link 连接的 I/O 模块的输入/输出信号的地址（X，Y）。

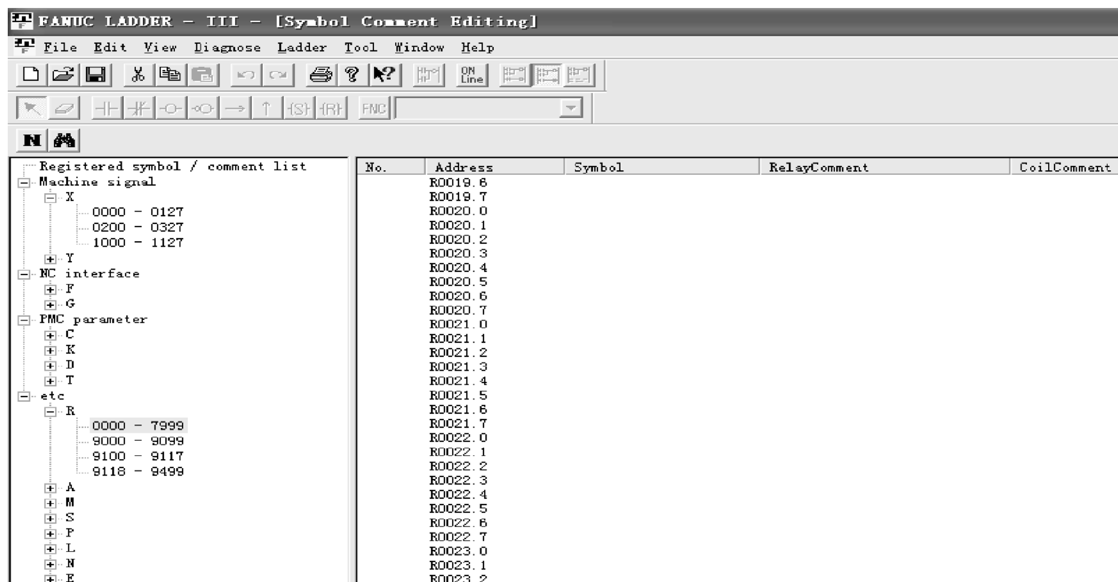


图 7-19　符号注释对话框

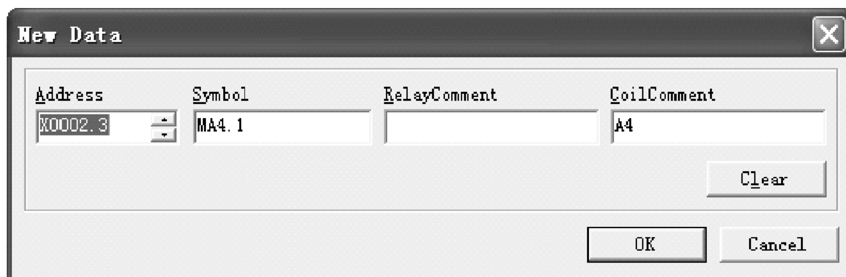


图 7-20　新数据输入对话框

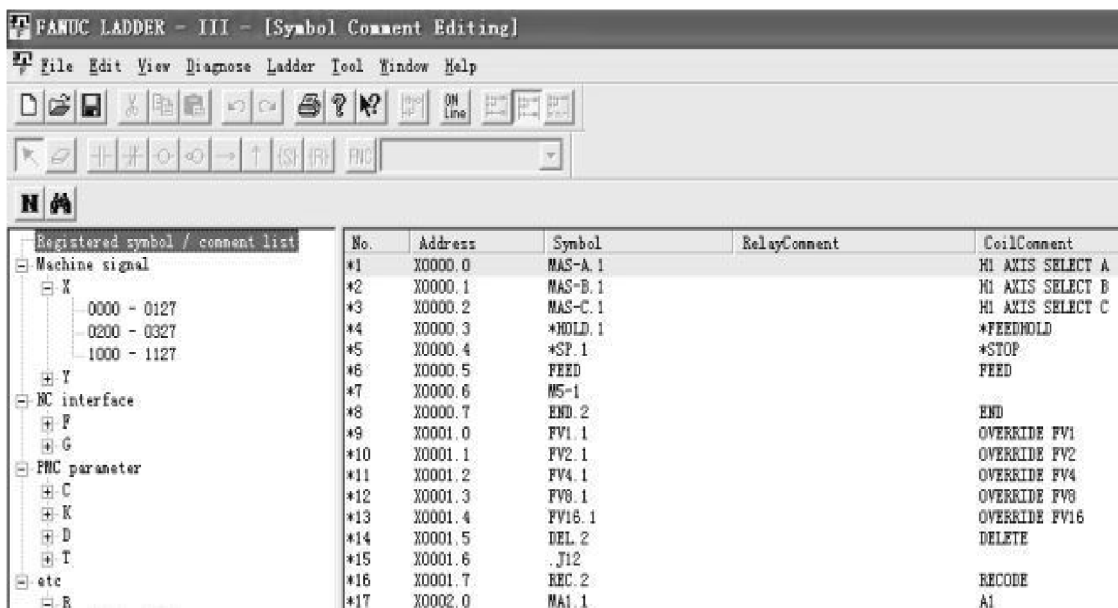


图 7-21　新的符号注释列表

1）将鼠标移动到“Program List ”的“I/O Module（I/O 模块）”项目，双击鼠标左键，如图 7-22 所示。系统显示如图 7-23 所示的“Edit I/O Module（编辑 I/O 模块）”对话框。

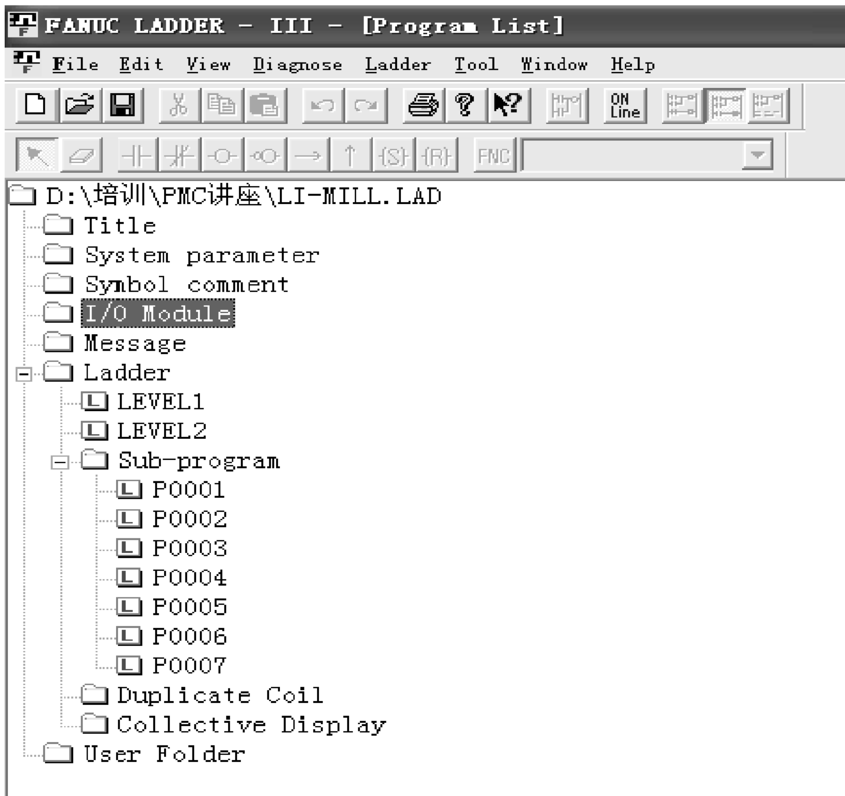


图 7-22　选择程序列表的 I/O 模块项目

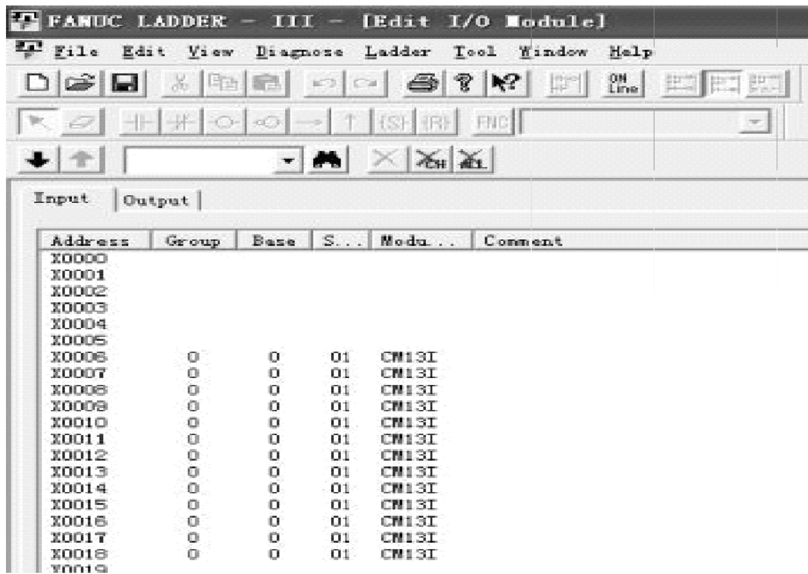


图 7-23　编辑 I/O 模块对话框

2）在如图 7-23 所示的编辑 I/O 模块对话框中选择要编辑的信号，系统显示“Module

(设定模块)”对话框，如图 7-24 所示。

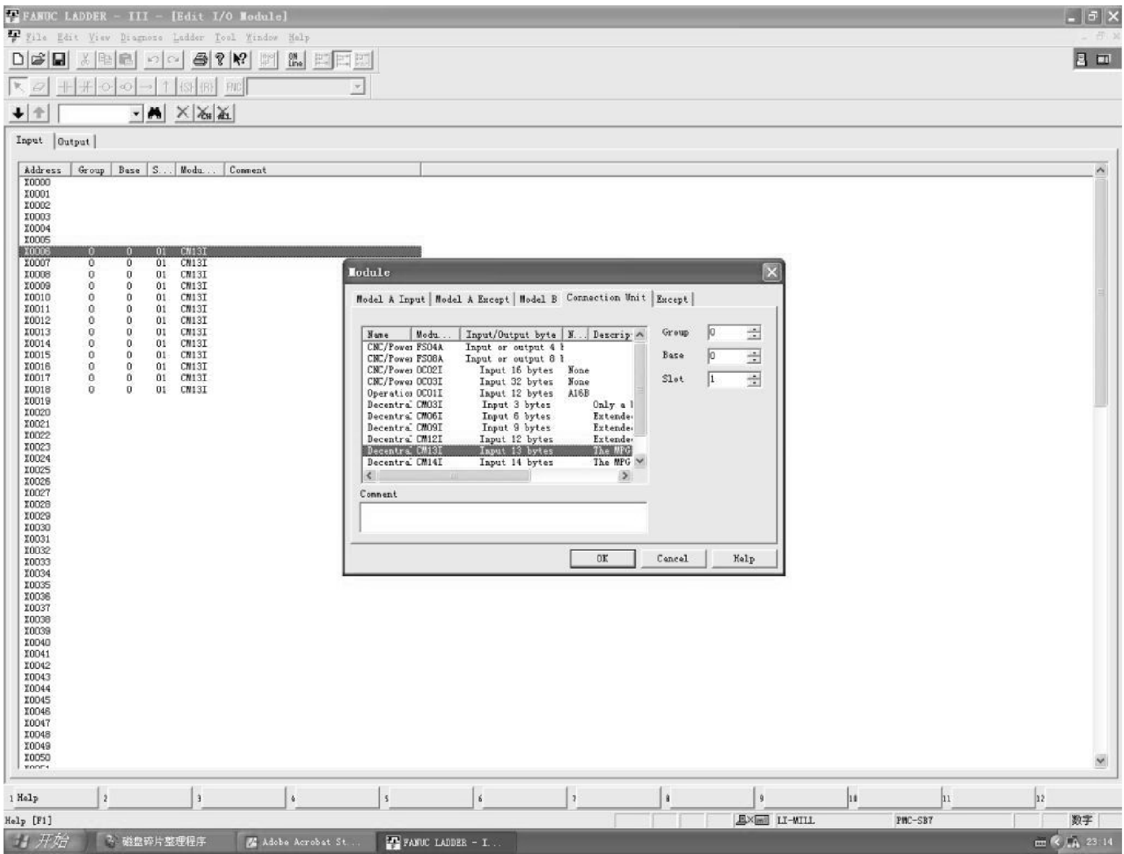


图 7-24　设定模块对话框

3）选择模块的种类和 I/O Link 上的组号等。

4）按下“OK”按钮，确认操作，完成分配。

系统可以识别的 I/O 模块清单见表 7-8。

表 7-8　系统可以识别的 I/O 模块清单

模块名	输入长度		模块	备　　注
	输入	输出		
ID32A ID32B	4 4	— —	I/O Unit – A	非隔离型 DC 输入
ID16C ID16D ID32E ID32F	2 2 4 4	— — — —		隔离型 DC 输入
IA16G	2			非隔离型 AC 输入

（续）

模块名	输入长度		模块	备　　注
	输入	输出		
OD08C	—	1	I/O Unit－A	隔离型DC输出
OD08D	—	1		
OD16C	—	2		
OD16D	—	2		
OD32C	—	4		
OD32D	—	4		
OA05E	—	1		AC输出（240V）
OA08E	—	1		
OA12F	—	2		AC输出（120V）
OR08G	—	1		继电器输出
OR16G	—	2		
AD04A	8	—		模拟输入
DA02A	—	4		模拟输出
#n	N	n	I/O Unit－B	N：1～10B长
##	4	4		上电状态
FS04A	4	4	CNC装置	Power Mate、FS0等
FS08A	8	8		
OC01I	8	—	1）分线盘用连接装置 2）机床操作盘接口装置 3）CNC装置等	
OC01O	—	8		
OC02I	16	—		
OC02O	—	16		
OC03I	32	—		
OC03O	—	32		
/n	N	—	专用模块	—
/n	—	n		
CM16I	16	—	分线盘用I/O模块	—
CM08O	—	8		

7.3.5　登录信息字符串

1）将鼠标移动到“Program List”的“Message（信息）”项目，双击鼠标左键，如图7-25所示。系统显示如图7-26所示的“Message Editing（信息编辑）”对话框。

2）把信息号和信息字符串输入所希望的地址，有些信息号具有特殊含义：

① 信息号1000号位是报警信息。

② 信息号2000号位是操作者信息。

使用“View（查看）”按钮时，可以找出在CNC上可能不能显示的字符。

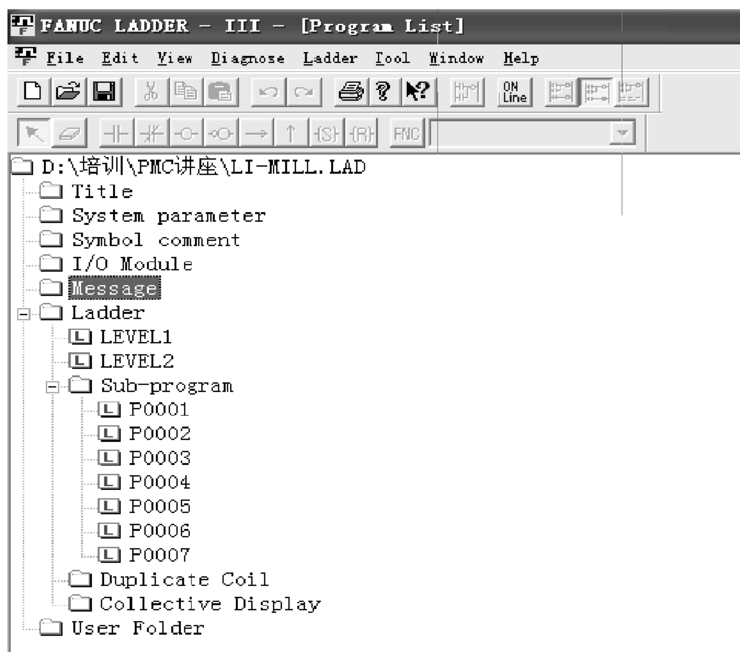
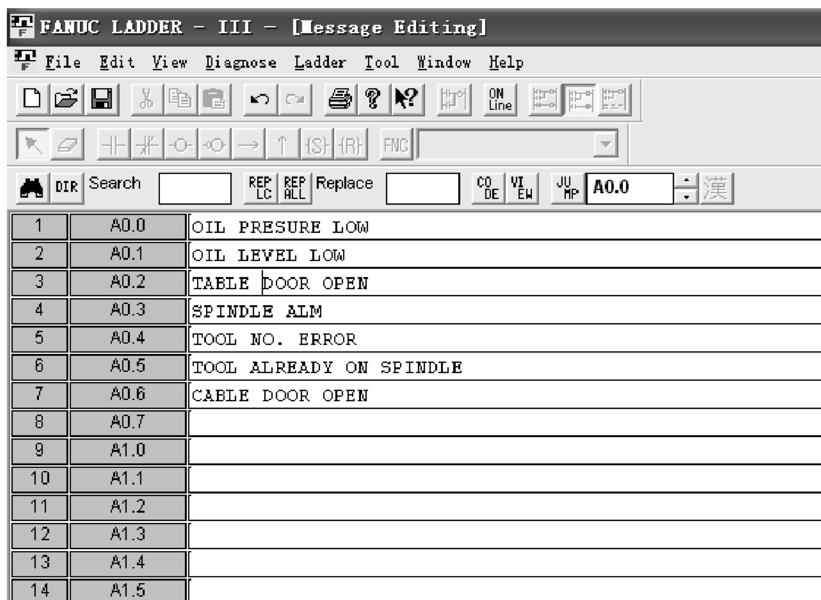


图 7-25　选择程序列表的信息项目



1	A0.0	OIL PRESURE LOW
2	A0.1	OIL LEVEL LOW
3	A0.2	TABLE DOOR OPEN
4	A0.3	SPINDLE ALM
5	A0.4	TOOL NO. ERROR
6	A0.5	TOOL ALREADY ON SPINDLE
7	A0.6	CABLE DOOR OPEN
8	A0.7	
9	A1.0	
10	A1.1	
11	A1.2	
12	A1.3	
13	A1.4	
14	A1.5	

图 7-26　信息编辑对话框

7.3.6　打开已有梯形图

1）选择“打开文件”快捷按钮，如图 7-27 所示。

2）从系统显示的子目录中选择需要打开的文件，如图 7-28 所示。

3）从左边的“Program List（程序清单）”中选择某个程序级，如图 7-29 所示。



图 7-27　打开文件快捷按钮



图 7-28　选择需要打开的文件

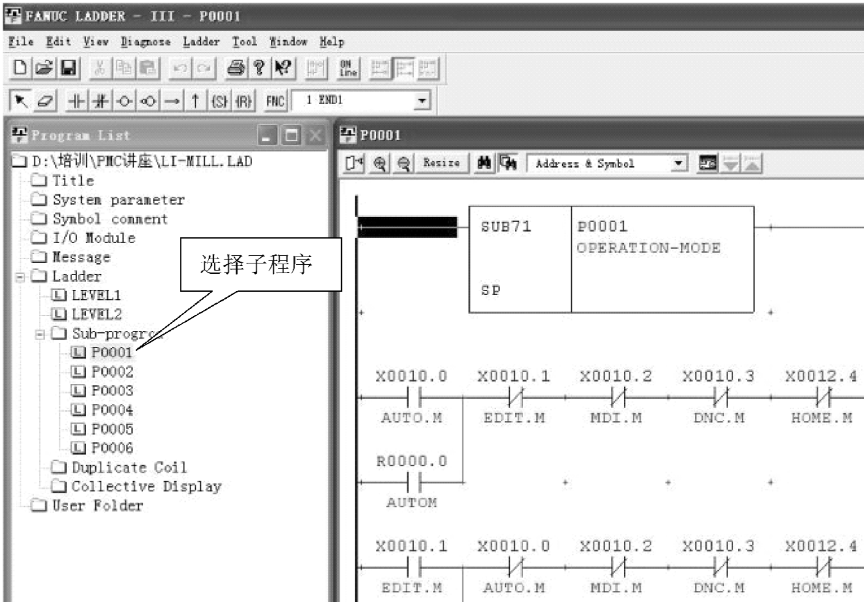


图 7-29　选择某个程序级

7.4　编辑梯形图

7.4.1　显示编辑顺序程序

1）打开程序清单对话框，如图 7-30 所示。

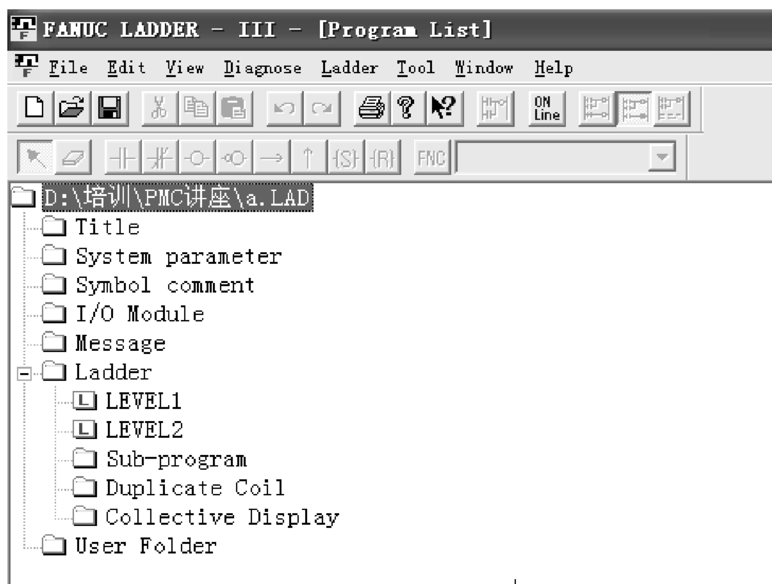


图 7-30　程序清单对话框

2）选择编辑程序级，如从“LEVEL1”或“LEVEL2”开始对所需程序进行编辑，如图 7-31 所示。

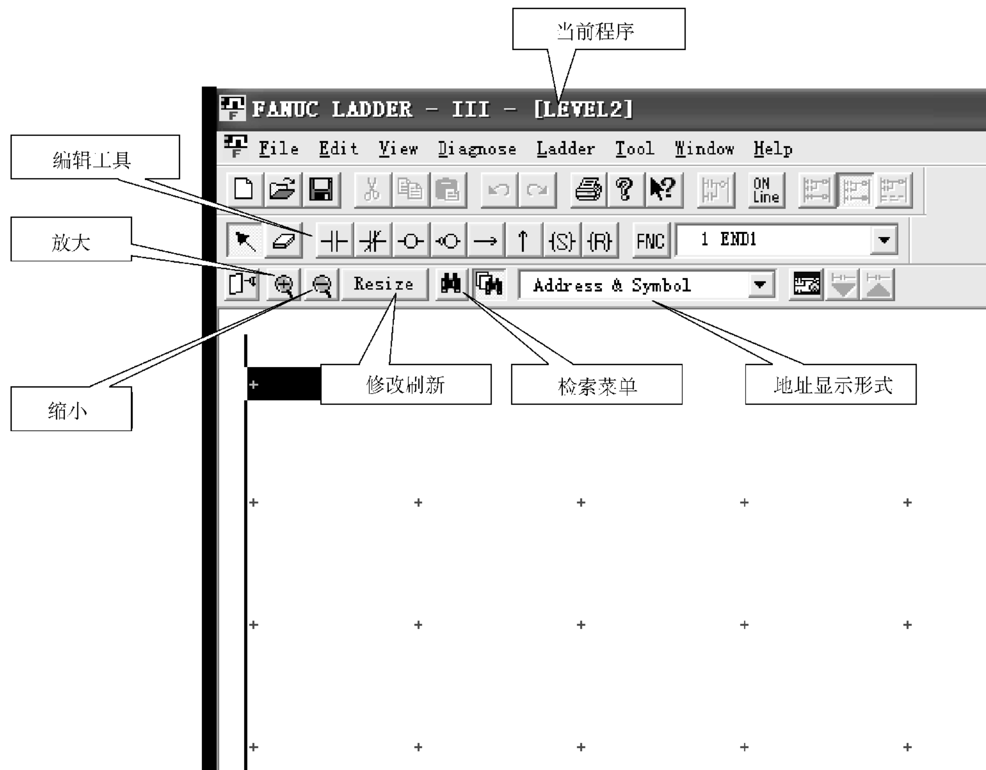


图 7-31　梯形图程序编辑按键

3）对于 SB－7 类型的 PMC 程序，进入程序编辑界面后，单击鼠标右键，弹出“编辑

工具画面”，选择插入触点类型，如动合、动断、输出正、输出非等，如图 7-32 所示。

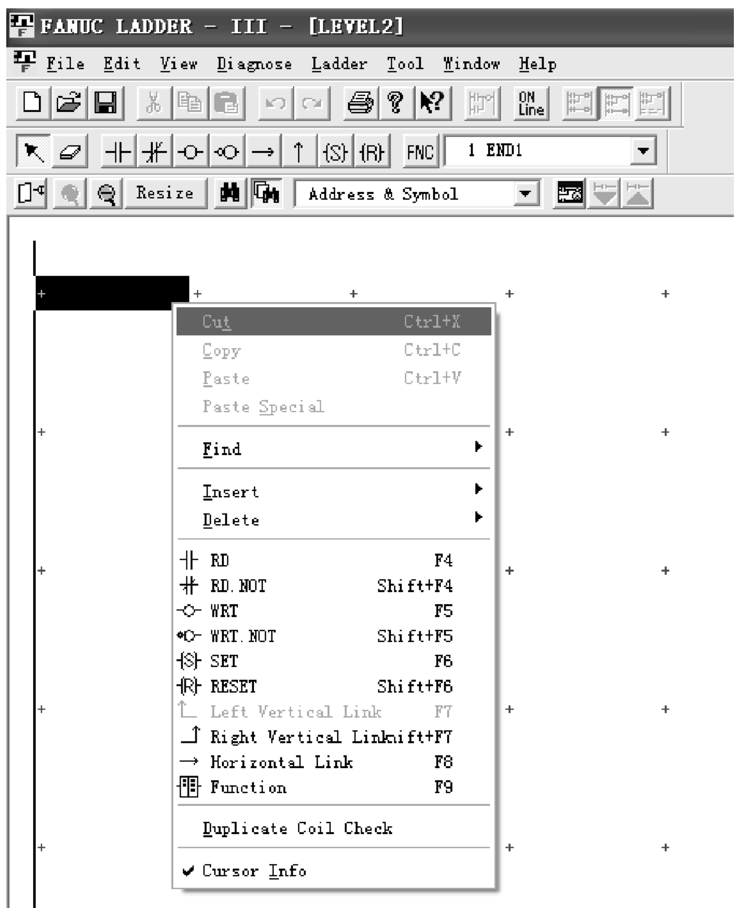


图 7-32　梯形图程序编辑工具菜单

4）选择图 7-32 所示编辑工具菜单中的“Function（功能指令）”选项，或直接按“F9”键，系统弹出“Select function（选择功能指令）”对话框，如图 7-33 所示。

5）选择需插入的功能模块，当尚未完全定义功能指令全部参数时，系统以红色显示该功能指令，如图 7-34 所示。

6）输入功能指令所需的全部参数、输入/输出条件后，梯形图变黑表示完成这一指令的编辑，如图 7-35 所示。

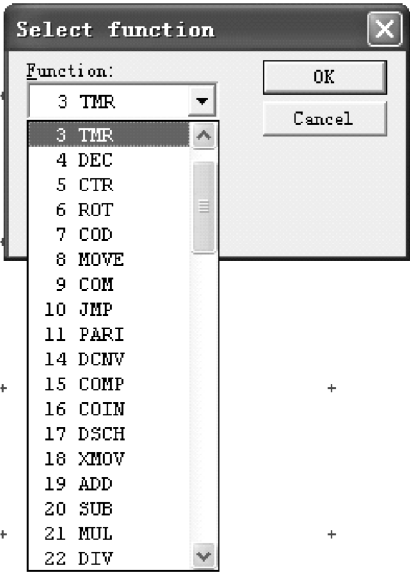


图 7-33　选择功能指令对话框

7.4.2　FAPT LADDER－Ⅲ软件快捷键的使用

FAPT LADDER－Ⅲ软件提供了丰富的快捷键以方便用户操作，系统快捷键见表 7-9。

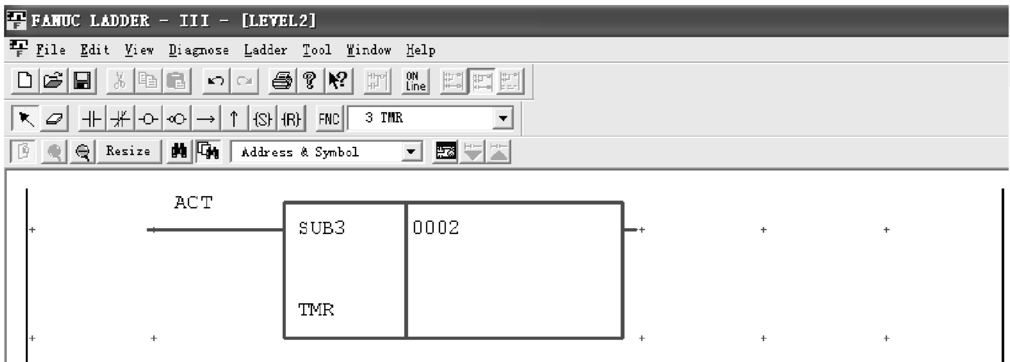


图 7-34 编辑功能指令

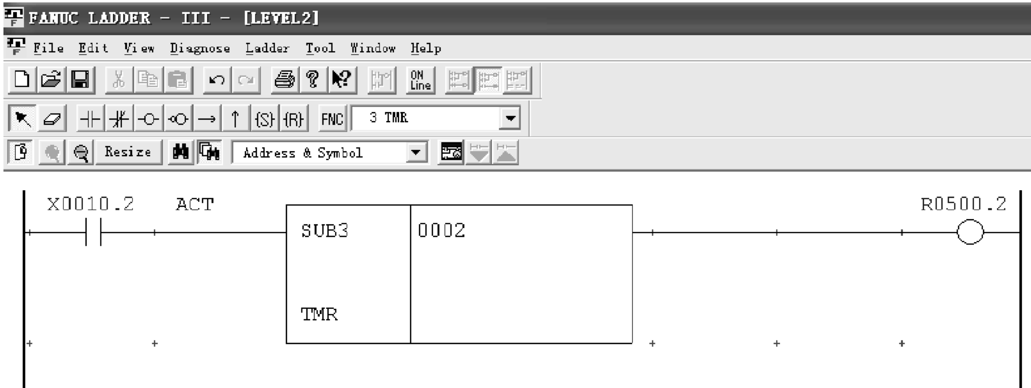


图 7-35 完成功能指令编辑

表 7-9 FAPT LADDER – Ⅲ软件快捷键列表

快捷键	功 能
[F2]	Down Coil Search(向下检索线圈)
[Shift] + [F2]	Up Coil Search(向上检索线圈)
[F3]	Down Search(向下检索)(任何触点)
[Shift] + [F3]	Up Search(向上检索)(任何触点)
[F4]	—| |—
[Shift] + [F4]	—|/|—
[F5]	—○—
[Shift] + [F5]	—o○—
[F6]	—[S]—
[Shift] + [F6]	—[R]—
[F7]	↑
[Shift] + [F7]	↑

（续）

快捷键	功　　能
[F8]	———→
[Shift]+[F8]	— — —
[F9]	功能指令模块
[Shift]+[F9]	Net comment（网格注释）
[Ctrl]+[F2]	Global search(全局搜索)
[Ctrl]+[F5]	Replace(替代)
[Ctrl]+[F7]	Insert Element(插入元素)
[Ctrl]+[F8]	Insert line(插入行)
[Ctrl]+[F9]	Insert Net（forward)〔插入网格(在前)〕
[Ctrl]+[F10]	Insert Net（Back)〔插入网格(在后)〕
Delete	清除元素
[Ctrl]+[C]	编辑—复制
[Ctrl]+[F]	编辑—检索
[Ctrl]+[G]	跳到编辑—指定网格号
[Ctrl]+[V]	编辑—粘贴
[Ctrl]+[X]	编辑—剪取
[Ctrl]+[Z]	复位
[Home]	显示左端
[End]	显示右端
[Ctrl]+[Home]	跳到开头
[Ctrl]+[End]	跳到末尾
[Ctrl]+[↑]	跳到上一个网行
[Ctrl]+[↓]	跳到下一个网行
[Ctrl]+[PgUp]	跳到下一页
[Ctrl]+[PgDn]	跳到上一页

7.4.3　追加子程序

1）在程序清单下选择子程序追加位置，点击鼠标右键，系统显示如图7-36所示的弹出式菜单。

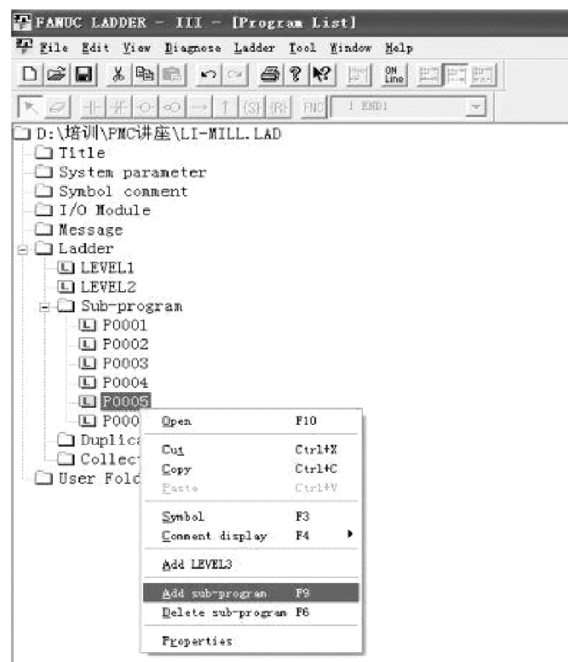


图 7-36　点击鼠标右键追加子程序

2）选择弹出式菜单的“Add sub – program（追加子程序）”项目。

3）追加子程序对话框如图 7-37 所示。在追加子程序对话框中输入“Sub – program P（子程序名 P）”、“Kind of（种类）”、子程序的“Symbol（符号）”、子程序的“RelayComment（继电器注释）”、子程序的“输出地址注释（Coil Comment）”。

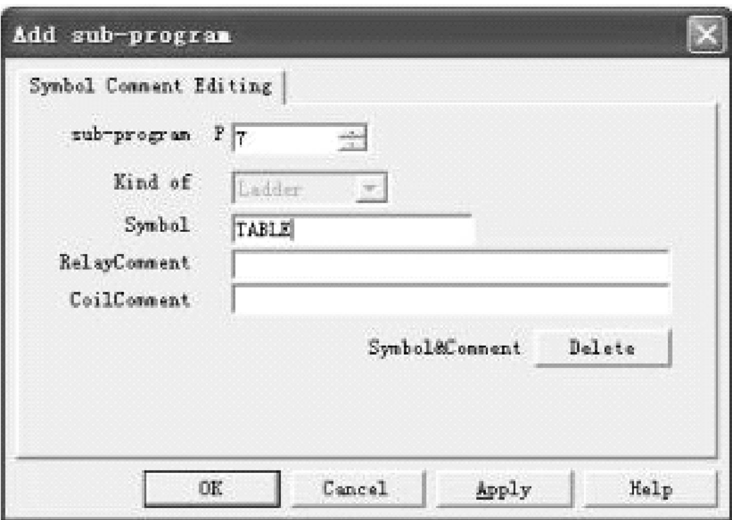


图 7-37　追加子程序对话框

如果在“Kind of”项目上选择“Ladder（梯形图）”和“Step sequence（步序）”，则以后是不能进行修改的。

4）系统添加新的子程序后，显示如图 7-38 所示的梯形图程序。

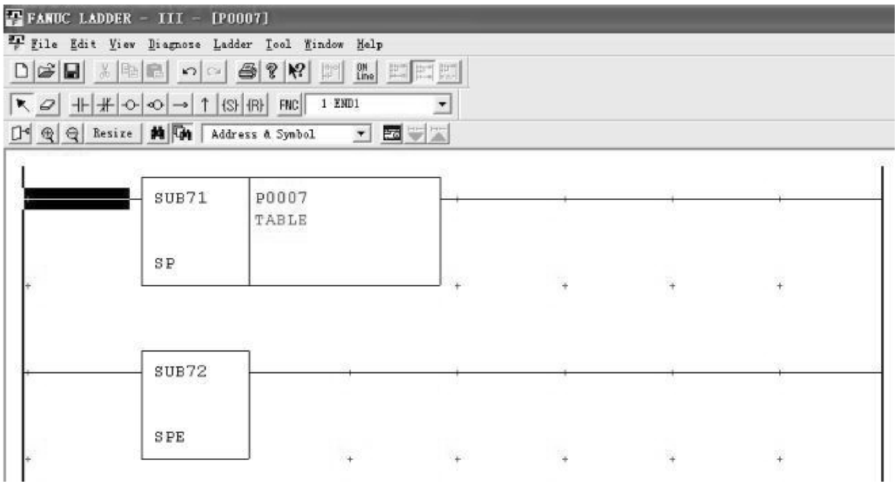


图 7-38　新添加的子程序梯形图

7.5　检索功能及检索窗口的使用

FAPT LADDER – Ⅲ软件提供了丰富的检索功能，以方便用户查找、显示包含指定符号或指定地址的梯形图。

1）点击选项栏的快捷键显示“Search（检索）”对话框，如图 7-39 所示。

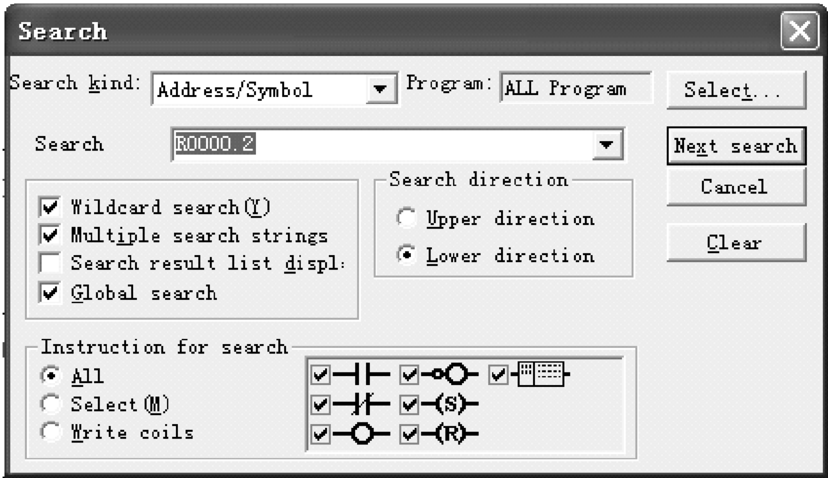


图 7-39　检索对话框

对梯形图进行检索，可以通过两种形式：

① 在当前程序区域（LEVEL1、LEVEL2、LEVEL3…）或子程序（P0001、P0002、P0003…）中进行检索，查找相应的地址或符号。

② 在所有程序中检索，查找相应的地址或符号。若要在所有程序中检索，需点击快捷键或按下“Ctrl” + “F2”键。

图 7-40 所示为在所有程序中检索信号的操作方法。图 7-41 所示为在指定程序中检索信号的操作方法。

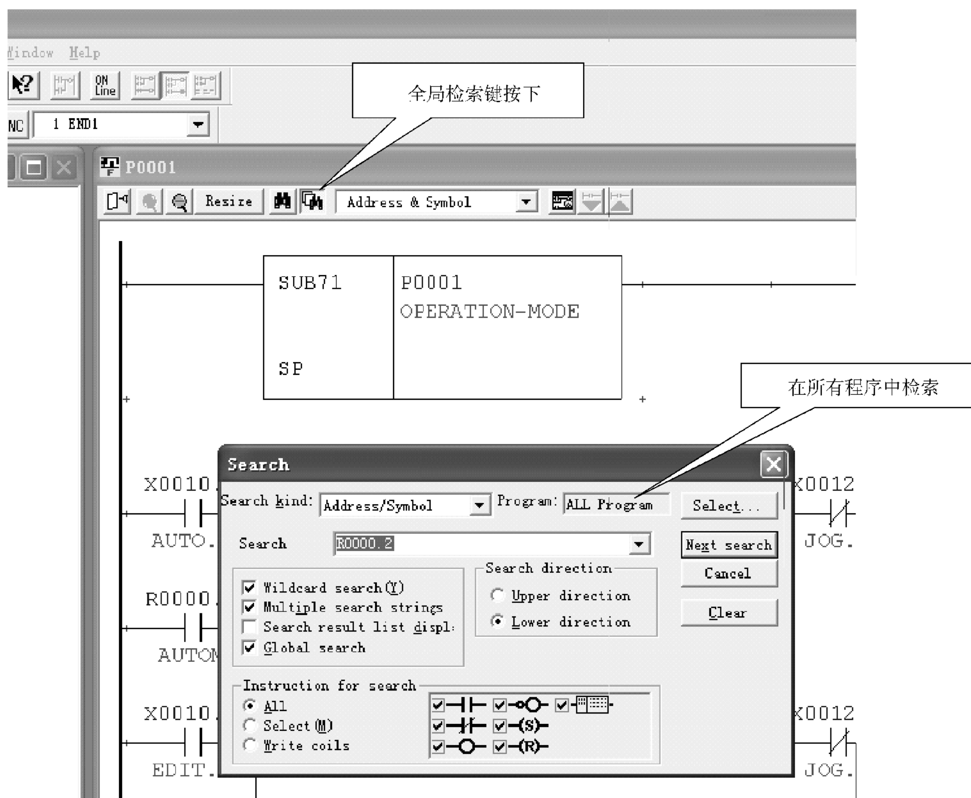


图 7-40　在所有程序中检索信号的操作方法

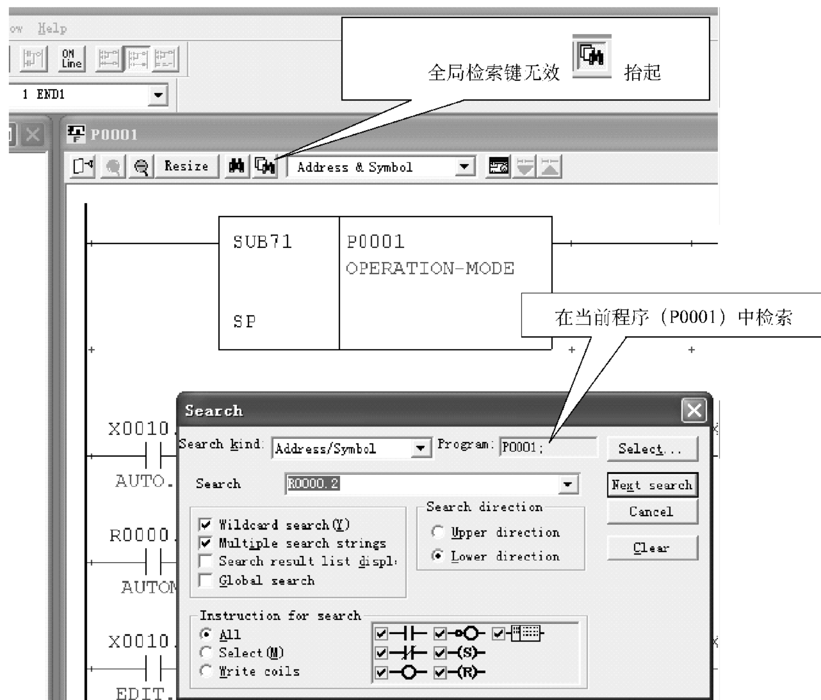


图 7-41　在指定程序中检索信号的操作方法

2）选择“Search kind（设定检索条件）”标记，设定检索的元素种类，如图 7-42 所示。系统可以识别的检索条件见表 7-10。

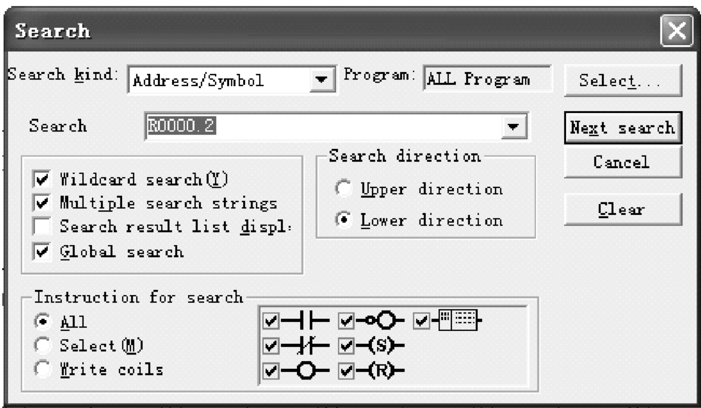


图 7-42　在检索对话框中设定检索条件

表 7-10　检索条件说明表

检索功能的英文	检索功能的中文	检索操作英文	检索操作中文
Search kind	检索种类	Address/Symbol	地址/符号
Search mode	检索方式	Wildcard search	广泛检索
		Multiple search strings	多字符串检索
		Search result list display	检索结果列表
		Global search	全局检索
Instruction for search	搜索指令结构	All	搜索所有地址
		Select	根据选择项搜索
		Write coils	仅搜索写地址
Search direction	搜索方向	Upper direction	向上检索
		Lower direction	向下检索

例如设置检索字符为 R000. 3 和 R000. 5，并在设定检索条件中选中 Multiple search strings（多字符串检索）、Search result list display（检索结果列表）和 Global search（全局检索）。当“检索结果清单显示”后，会将写有 R0000. 3 和 R0000. 5 的网格集中显示在一个页面中，在编辑整理相关程序部分时非常方便。

3）按下“Exec（执行）”按钮后，系统显示检索结果清单，如图 7-43 所示。

当设置完“Search result list display 检索结果列表”之后，“Search（检索）”对话框中的“Next search（检索下一个）”按钮将变为“Exec（执行）”按钮，如图 7-44 所示。

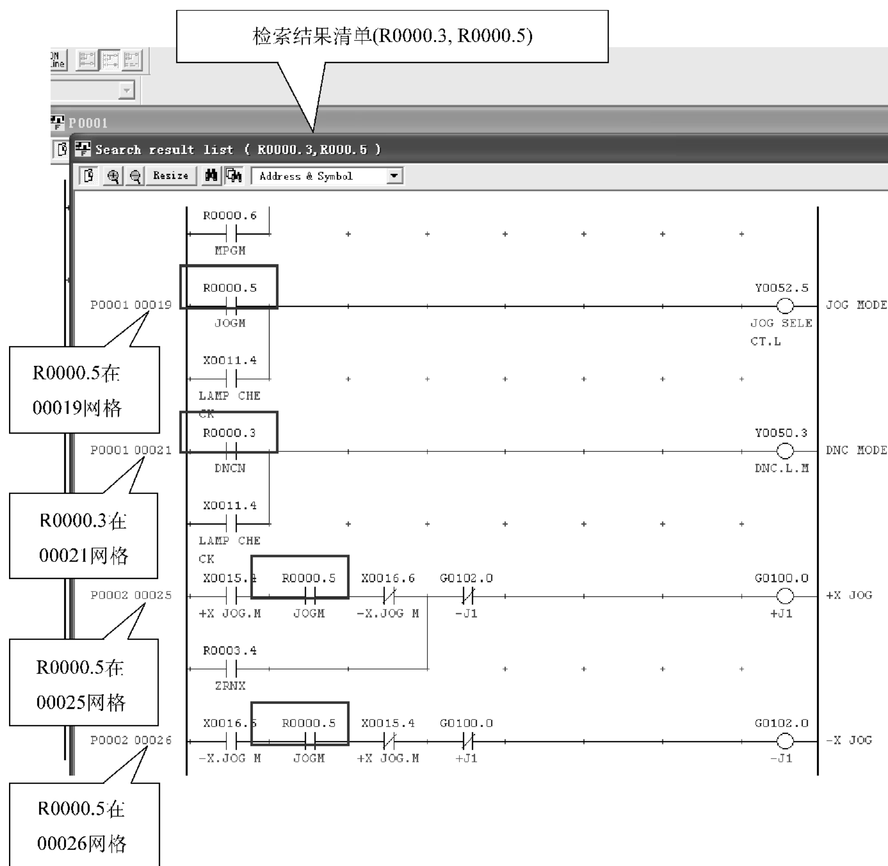


图 7-43　举例 R0000. 3、R0000. 5 信号检索结果

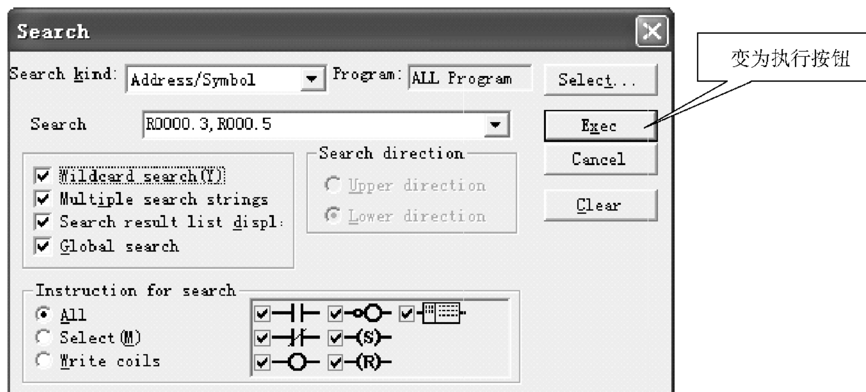


图 7-44　选中“Search result list display”选项后对话框状态

7.6　程序的存储

7.6.1　保存程序

1）选择菜单栏的“File”，选择“Save（保存）”，如图 7-45 所示。

2）系统显示“Program Save（保存程序）”对话框，如图7-46所示。

执行完成之后，系统自动编译，形成FLASH卡格式或ROM格式等，至此就完成了计算机离线编辑梯形图的基本步骤。

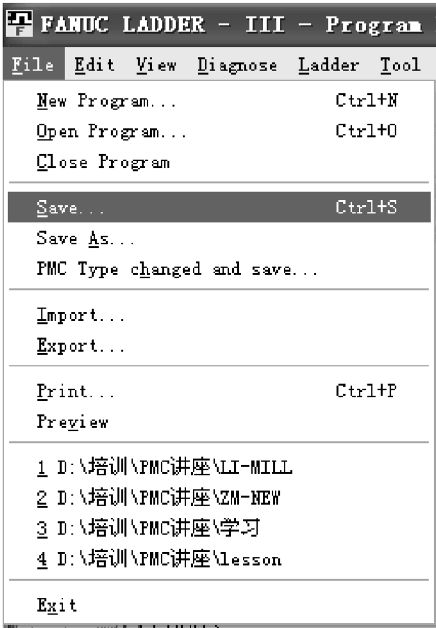


图7-45　保存文件菜单栏

7.6.2　从FLASH卡导入梯形图程序

从NC系统复制PMC程序至FLASH卡中，所复制的文件在FLASH卡中的文件名为PMC－□□□.△△△，其中□□□表示版本，如SA1，SB6，SB7，RB…，△△△为扩展名，表示第几次复制。例如第1次复制SB7程序，程序全名为PMC－SB7.000。

1）将PMC－□□□.△△△复制到PC，通过FAPT LADDER－Ⅲ“File（文件管理）”，“Open（打开）”选项，或使用快捷按钮，打开相应的文件夹。打开文件对话框如图7-47所示。

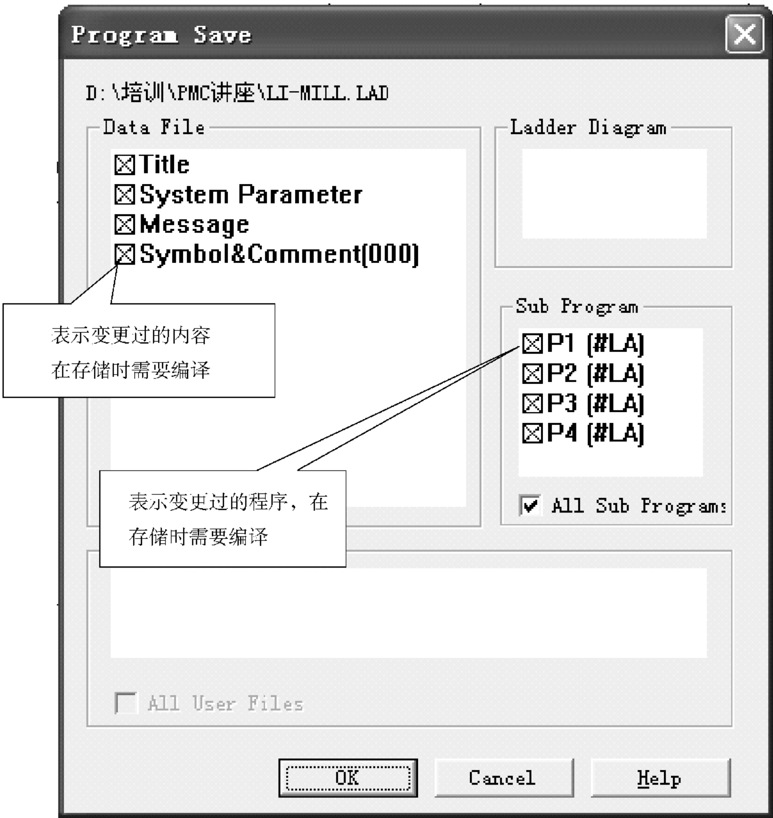


图7-46　保存程序对话框



图 7-47　打开文件对话框

2）选择文件后，选择“打开”按钮，出现如图 7-48 所示界面。



图 7-48　确认打开 FLASH 卡文件提示

3）如果在图 7-48 所示提示中选择“确定”，系统继续出现如图 7-49 所示界面。在如图 7-49 所示新建程序对话框中输入 LAD 程序名，选择版本类型。

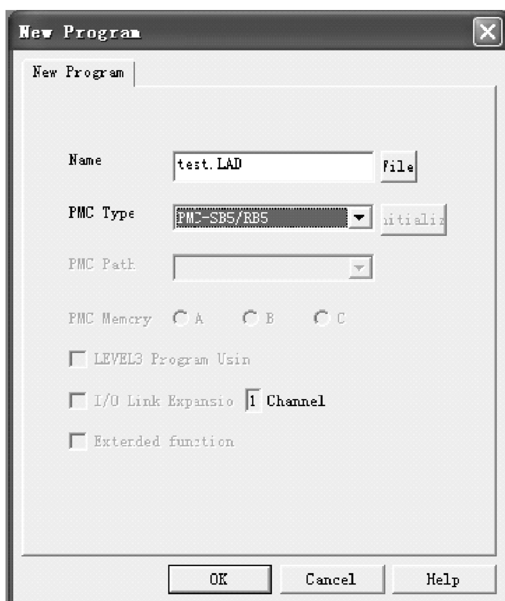


图 7-49　打开 FLASH 卡中文件过程中显示的新建程序对话框

4）由于 FLASH 卡中记录的 PMC 程序的代码格式和计算机中表示 PMC 程序的代码格式不同，所以若要从 FLASH 卡中读取程序，并能够在计算机上正确显示，必须经过“反编译”过程。按下“确定”按钮执行梯形图程序反编译，如图 7-50 所示。



图 7-50 确认反编译开始提示

5）执行反编译过程，系统显示如图 7-51 所示“Decompile（反编译）”进度显示界面。

6）反编译成功后，界面显示梯形图程序，如图 7-52 所示。

7）反编译后即生成梯形图文件 ＊＊＊. LAD，如果此时保存梯形图文件，则选择“Save（保存）”项或按下 快捷按钮，随即显示如图 7-53 所示的保存程序界面。

8）按下“ Save（保存）”按钮，保存当前梯形图文件。

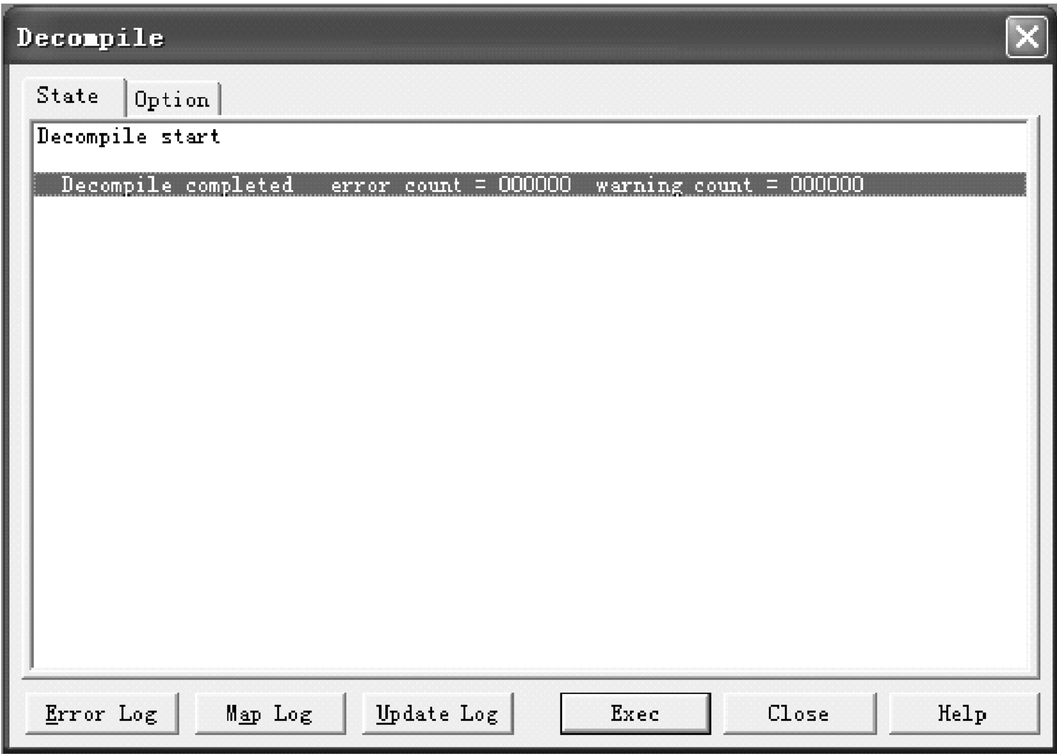


图 7-51 反编译进度显示界面

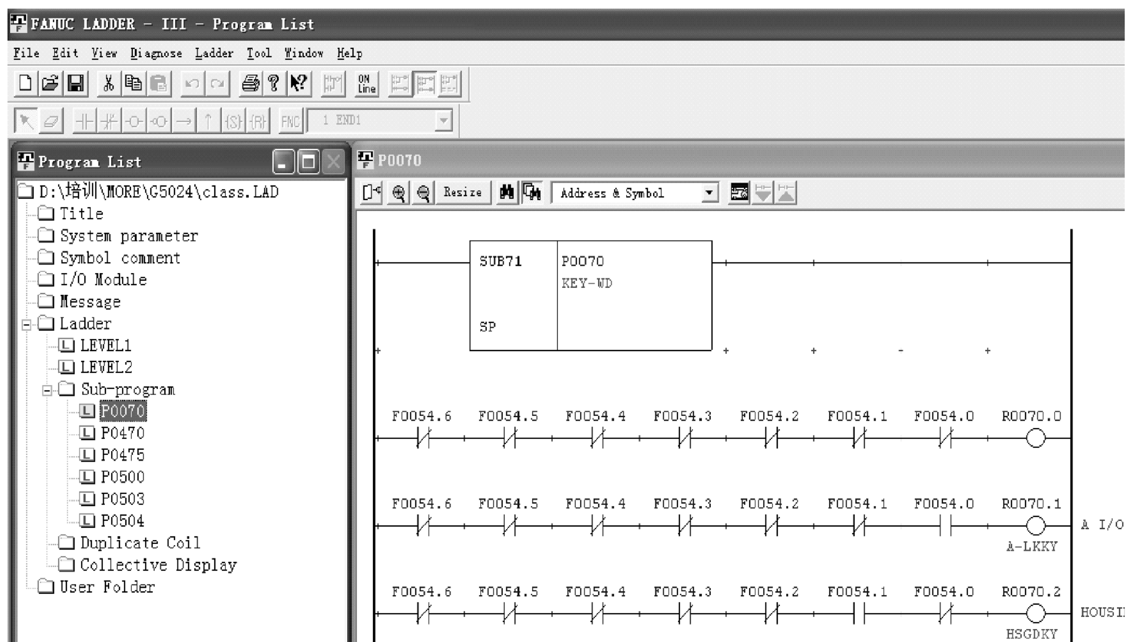


图 7-52　反编译后的 PMC 程序

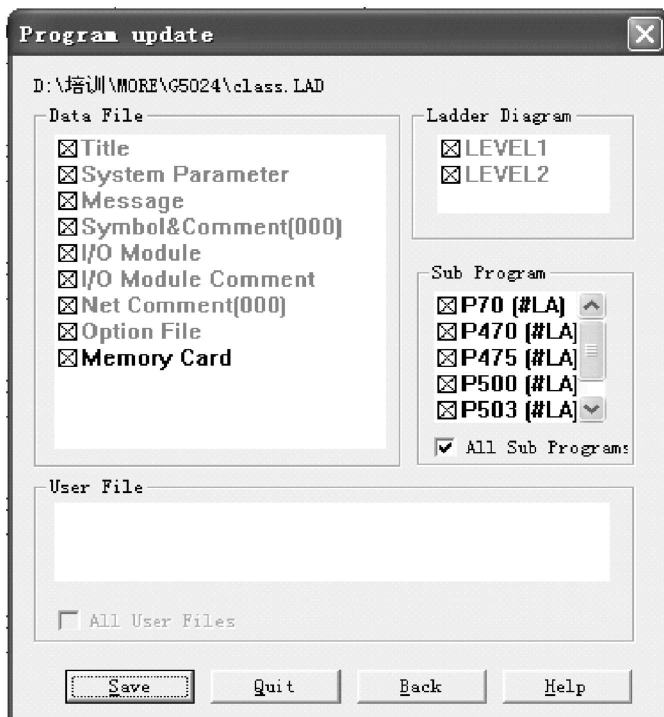


图 7-53　保存梯形图程序对话框

第 8 章　PC 与 NC 联机调试

在 PC 中编辑的梯形图程序，可以通过两种方法传送到 NC 中：

1）通过编译，将梯形图程序存储为 M－card 格式，并将其保存到 C－F 卡中，再通过系统引导界面 LOADING 加载到 NC 中。

2）通过在线方式，以 RS－232C 或以太网作为传输介质，将梯形图程序直接传送到 NC 中。

本章主要将介绍通过在线方式将梯形图程序传送到 NC 系统 PMC 的调试方法。

8.1　通信的建立

8.1.1　RS－232C 连接

1. NC 侧的准备

操作步骤：

1）按下 MDI 键盘的 SYSTEM 功能键，系统显示如图 8-1 所示的软键界面，按下 PMC（串行通信设置操作）软键。

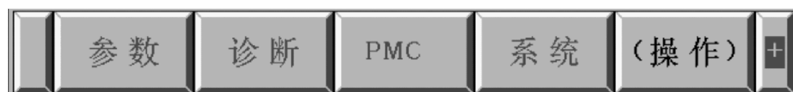


图 8-1　PMC 软键界面 1

2）按下软键菜单翻页软键 ►。

3）系统显示如图 8-2 所示的 PMC 软键界面，按下 MON I T 软键。

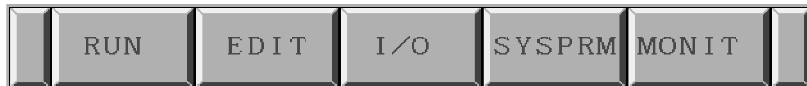


图 8-2　PMC 软键界面 2

4）系统显示如图 8-3 所示的 PMC 通信参数设置界面。利用光标移动键，将光标定位于 RS－232C 选项，并选择“USE（使用）”。

2. 计算机侧的准备

FAPT LADDER－Ⅲ软件是 FANUC 数控系统专用 PMC 编程软件，其中通信功能设置主要参数包括：

1）通信接口；

2）波特率、奇偶校验位、停止位；

3）代码格式：ISO、EIA、ASCII 等。

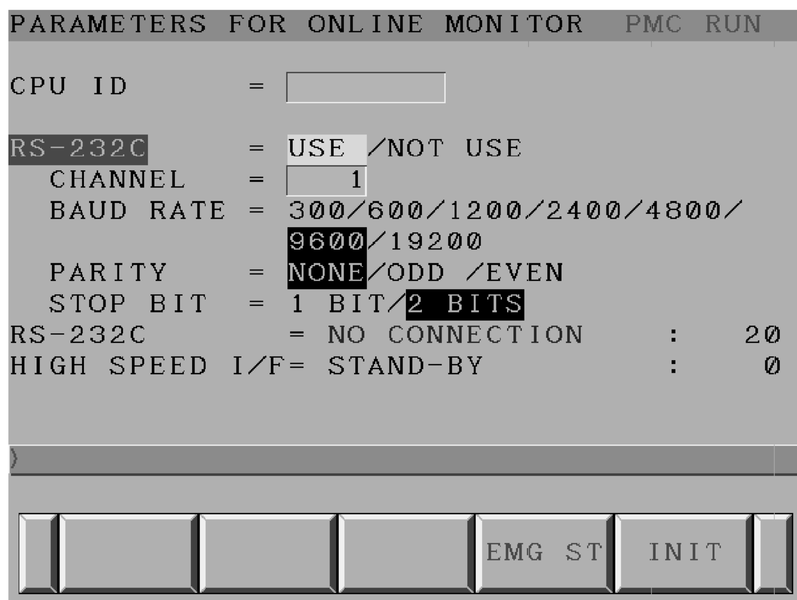


图 8-3　PMC 通信参数设置界面

FAPT LADDER－Ⅲ软件通信设置的操作步骤包括：

1）点击“Tool（工具）”菜单，选择“Communication（通信）”项，操作方法如图 8-4 所示。

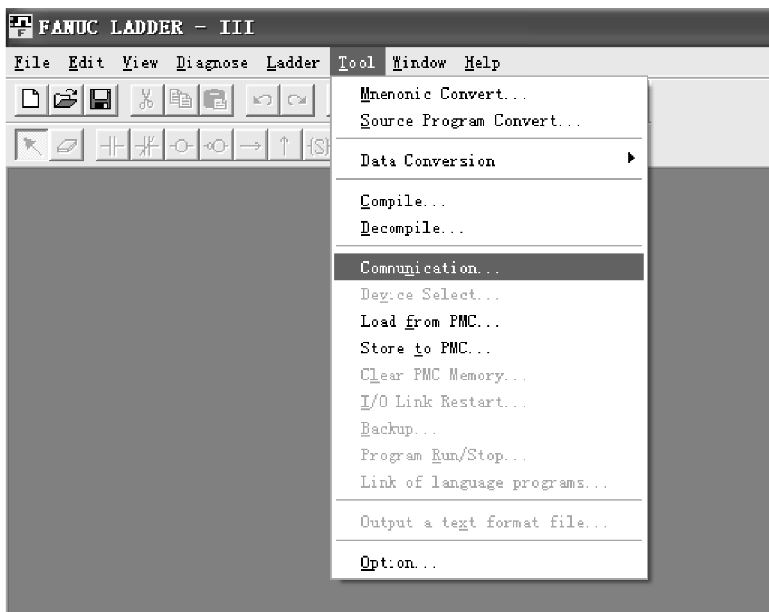


图 8-4　FAPT LADDER－Ⅲ软件 Tool 菜单栏

2）在系统弹出的“Communication”对话框的“Setting（设置）”标签下，设置通信端口。操作界面如图 8-5 所示。系统自动搜索计算机上可用的串行通信端口，并显示在“Enable device（可用设备）”列表框中。在“Enable device”列表框中选中当前使用的通信端

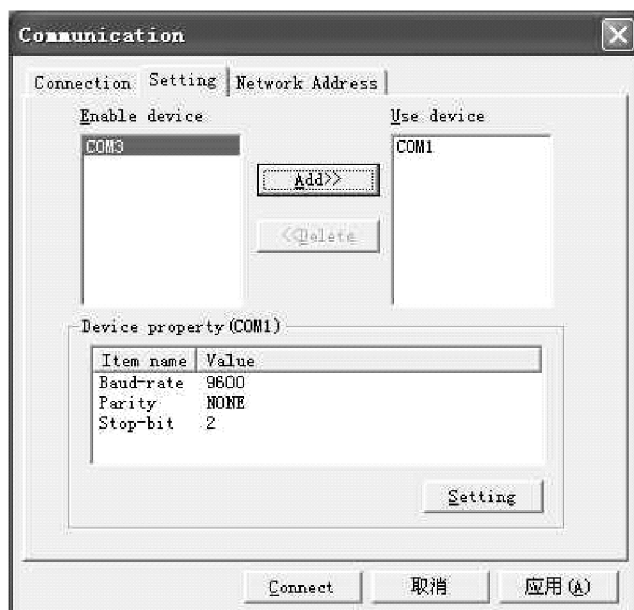


图8-5　FAPT LADDER-Ⅲ软件通信参数设置对话框

口，点击“Add（添加）”，所选中的端口名称即显示在“Use device（当前使用设备）”列表框中，即完成了通信端口设置操作。

3）设定波特率、奇偶校验位、停止位。在如图8-5所示通信参数设置对话框中，点击“Setting（设置）”按钮，系统显示如图8-6所示的通信参数设置界面。按照当前通信方式，依次设定波特率、奇偶检验位和停止位。

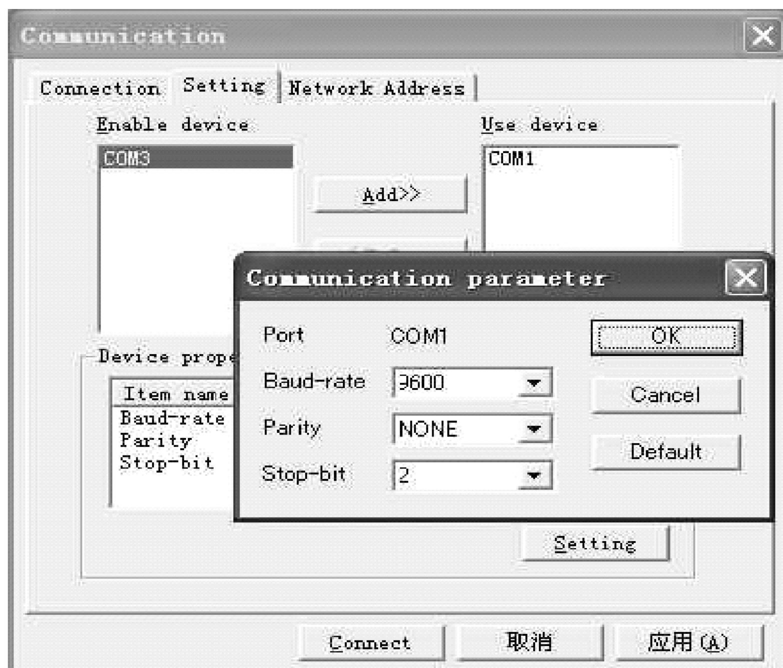


图8-6　FAPT LADDER-Ⅲ软件通信参数设置界面

4）NC 和 PC 侧都准备好后，点击“Connect（连接）”按钮，如图 8-7 所示。

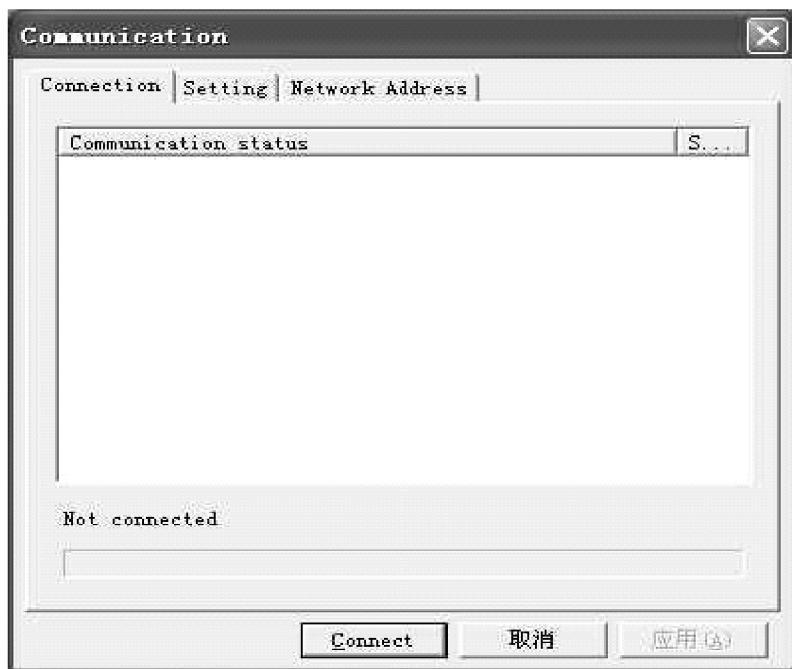


图 8-7　FAPT LADDER－Ⅲ软件建立与数控系统连接操作界面

8.1.2　以太网连接

1. NC 侧以太网参数设定

首先设置以太网相关参数，操作步骤如下：

1）按下 MDI 键盘的 SYSTEM 功能键。

2）按几次软键菜单向后翻页软键，直到出现如图 8-8 所示的软键菜单。



图 8-8　以太网设置软键菜单

3）按下如图 8-8 所示软键菜单中的“ETHPRM（以太网参数）”软键，系统显示如图 8-9 所示的以太网参数设置界面。

4）以太网参数设置对话框如图 8-10 所示。

5）设定 IP 地址参数：如果设备点到点直连（NC 直连 PC），仅需设置“IP 地址”和“子网掩码”。但是如果设备通过企业内部局域网连接，则需要设置“路由器 IP 地址”。

6）下翻一页，设定 TCP 端口号和间隔时间，操作界面如图 8-11 所示。

7）如果需要设置其他信息，如机床厂代码、机床代码、通行字（密码）等，还需要继续下翻两页分别进行设置。事实上不设置第 3、4 页参数，因为已经满足以太网基本通信要求了。

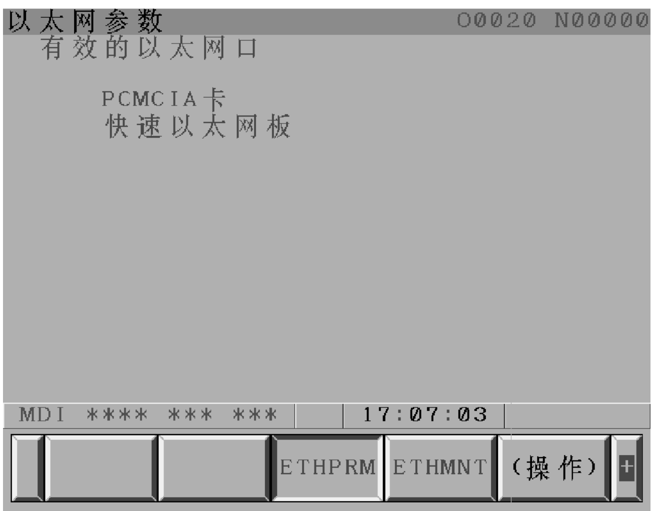


图8-9　以太网参数设置界面



图8-10　以太网参数设置对话框



图8-11　TCP端口号及间隔时间设定对话框

2. NC 侧 PMC 设置以太网参数

操作步骤如下：

1）按下 MDI 键盘的 SYSTEM 功能键，系统显示如图 8-12 所示的软键界面，按下“PMC”软键。



图 8-12　PMC 软键界面 1

2）按下软键菜单翻页键 ▶。

3）系统显示如图 8-13 所示的 PMC 软键界面 2，按下“MON I T”软键。

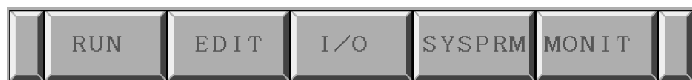


图 8-13　PMC 软键界面 2

4）系统显示通信参数设置界面，使用光标移动控制翻页，并在第 2 页 HIGH SPEED I/F = 处选择“USE（使用）”，如图 8-14 所示。

```
PARAMETERS FOR ONLINE MONITOR   PMC RUN

  TIMER 1    =     0
  TIMER 2    =  5000
  TIMER 3    = 15000
  MAX PACKET SIZE = 1024

HIGH SPEED I/F= USE /NOT USE

USE TIME=  288 MS (  288 MS      0,   288)
RS-232C        = INACTIVE          :    1
HIGH SPEED I/F= CONNECTED          :    0
 ETHER_BOARD  (-) 192. 168.  1.  2

>

          EMG ST   INIT
```

图 8-14　以太网参数设置对话框

3. 计算机侧的网络连接设置

建立网络连接，操作步骤如下：

1）进入“网络连接”界面，如图 8-15 所示，选择“本地连接”。

2）在“本地连接”图标上点击鼠标右键，打开“属性”界面，操作如图 8-16 所示。

3）系统显示如图 8-17 所示的“本地连接属性”对话框。选择“Internet 协议（TCP/IP）”项，点击“属性”按钮。



图 8-15　计算机建立网络连接操作 1



图 8-16　计算机建立网络连接操作 2

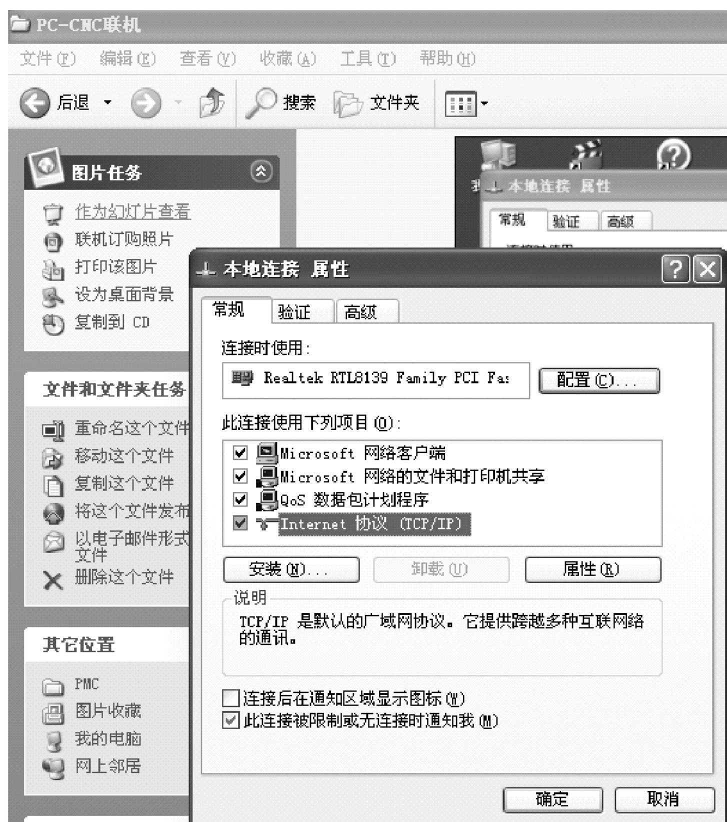


图 8-17　计算机建立网络连接操作 3

4）在系统显示的“Internet 协议（TCP/IP）属性”对话框中填入 IP 地址，如图 8-18 所示。

注意，此时填写的 IP 地址不能与数控系统以太网参数界面设置的 IP 地址相同。

例如，如前所述，数控系统以太网 IP 地址设置为 192. 168. 1. 1，所以计算机侧的 IP 地址应该设置为 192. 168. 1. 2。

设置完成后，按下“确定”按钮，保存设置。

4. FAPT LADDER－Ⅲ软件中以太网参数设置

1）点击“Tool（工具）”菜单，选择“Communication（通信）”项，如图 8-19 所示。

2）选择“Network Address（网络地址）”标签，如果新设定，点击“Add Host（添加主机地址）”按钮，出现如图 8-20 所示的“Host Setting Dialog（设置主机地址）”对话框。

3）填入主机（计算机）被访问的 IP 地址。

4）选择“Setting（设置）”标签，将主机 IP 地址设定为“Use device（当前使用设备）”，如图 8-21 所示。

5）如果连接成功，系统显示如图 8-22 所示界面。

6）当 PMC 与主机网卡建立连接成功后，梯形图显示界面如图 8-23 所示。

7）FAPT LADDER－Ⅲ软件与通信状态显示有关的快捷按钮，如图 8-24 所示。

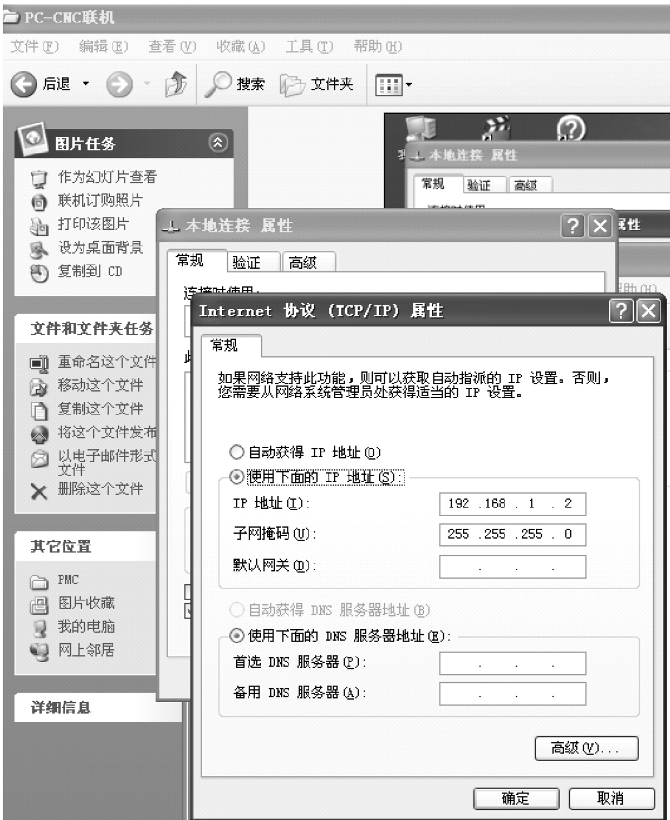


图 8-18　计算机建立网络连接操作 4

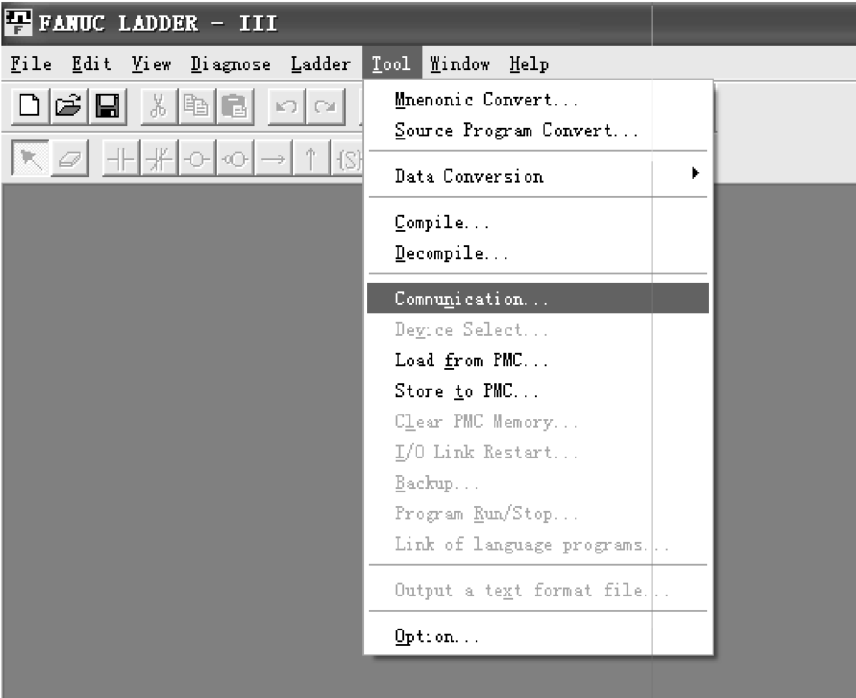


图 8-19　FAPT LADDER - Ⅲ软件“Tool”工具栏

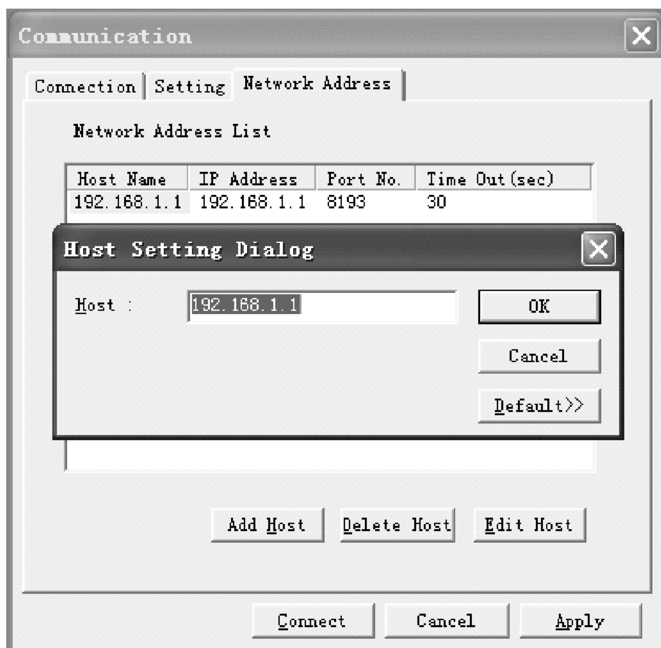


图 8-20　设置主机地址对话框

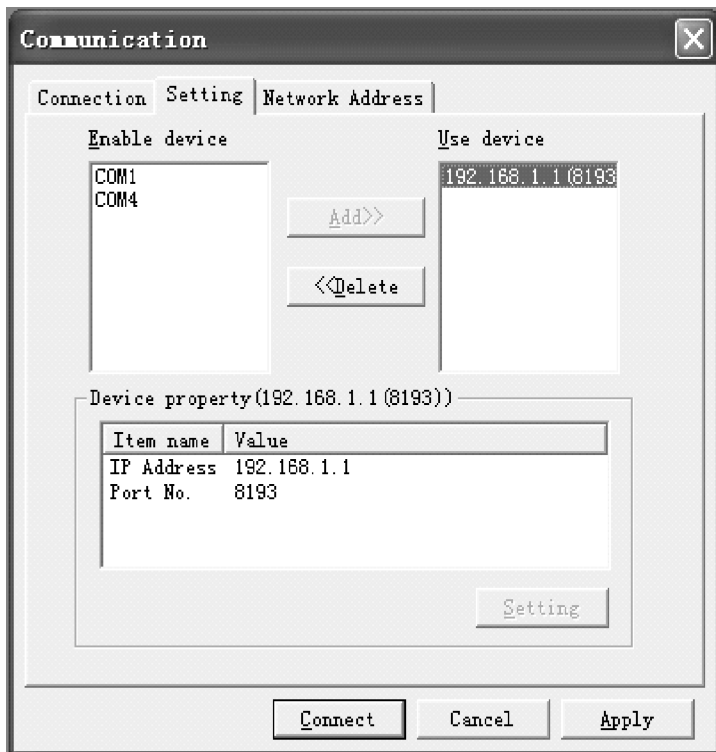


图 8-21　以主机 IP 地址为当前使用设备的通信参数设置界面

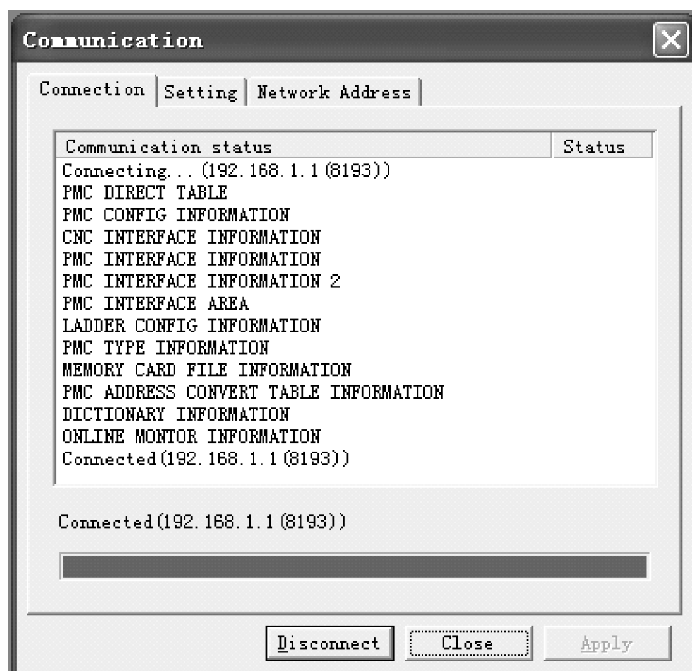


图 8-22　PMC 与以太网卡成功建立连接时的系统界面

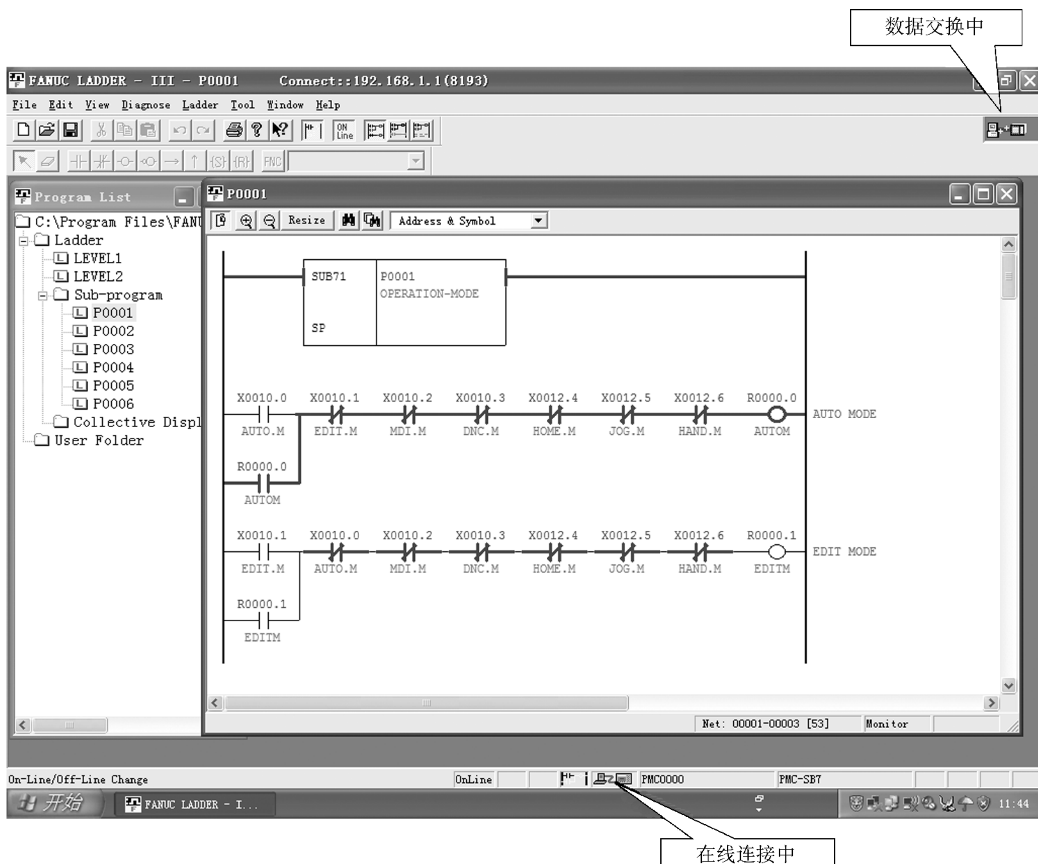


图 8-23　PMC 与主机网卡成功建立连接后梯形图显示界面

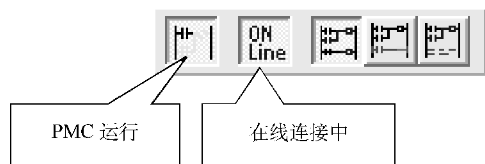


图 8-24　FAPT LADDER – Ⅲ软件与通信状态显示有关的快捷按钮图

8.2　在线调试程序

8.2.1　PC 与 NC 的通信

1. 将 PC 编制好的程序存入数控系统

1）点击菜单栏“Tool（工具）”菜单，选择“Store to PMC（存入 PMC）”项，即指令将现有 FAPT LADDER – Ⅲ软件中的 PMC 程序存入数控系统，操作界面如图 8-25 所示。

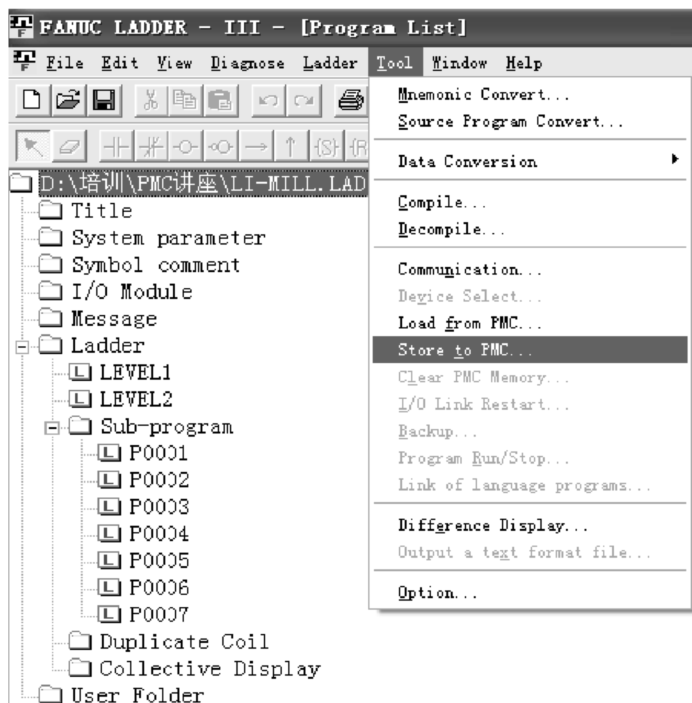


图 8-25　将梯形图程序从 PC 上传至 PMC 装置操作 1

2）系统首先显示如图 8-26 所示的梯形图程序传输操作对话框。

3）如果此时没有建立计算机与数控系统 PMC 的通信，系统显示如图 8-27 所示的建立连接提示框。

提示栏显示内容为“与 PMC 侧的通信是否已经准备好了，是否连接 NC 侧 PMC 了?”

4）若计算机能够与数控系统 PMC 建立连接，系统显示如图 8-28 所示的进度显示对话框。

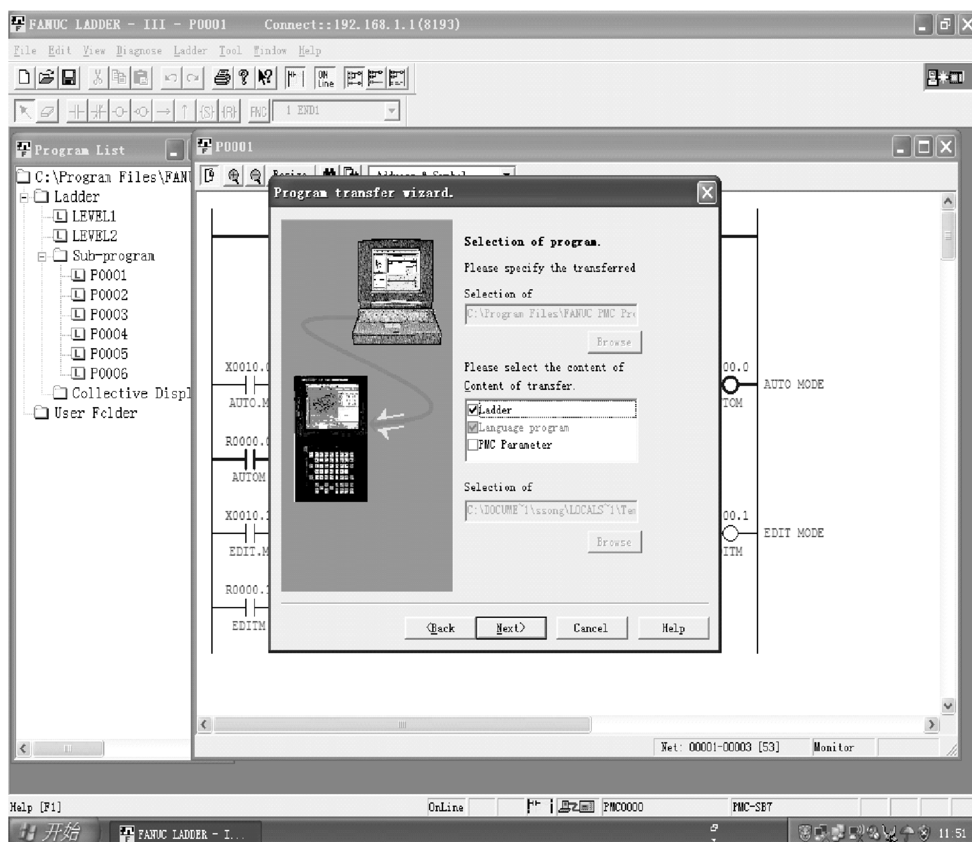


图 8-26　将梯形图程序从 PC 上传至 PMC 装置操作 2

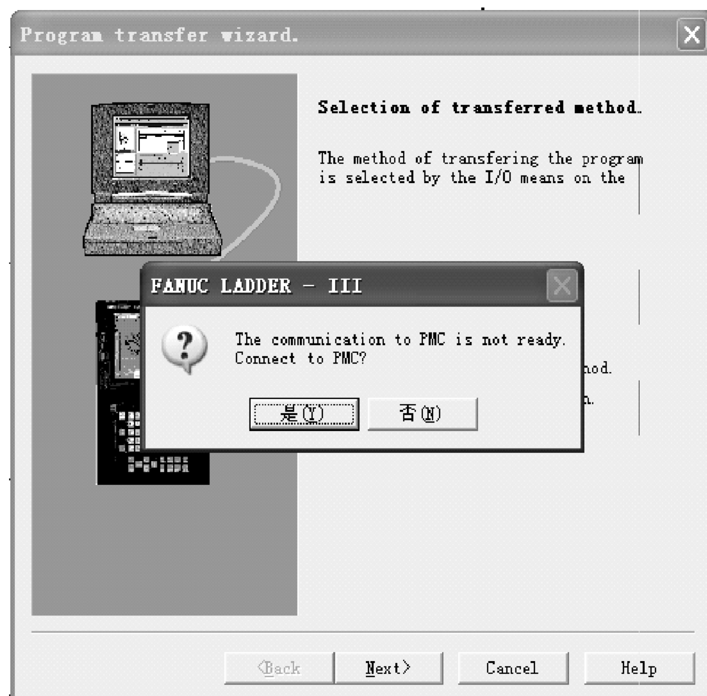


图 8-27　将梯形图程序从 PC 上传至 PMC 装置操作 3



图 8-28　将梯形图程序从 PC 上传至 PMC 装置操作 4

5）通信完成后，界面显示如图 8-29 所示的操作向导对话框，提示是否将 PC 现有梯形图程序传送到数控系统 PMC 存储器中（首先传入 NC 侧的 RAM 存储器中）。

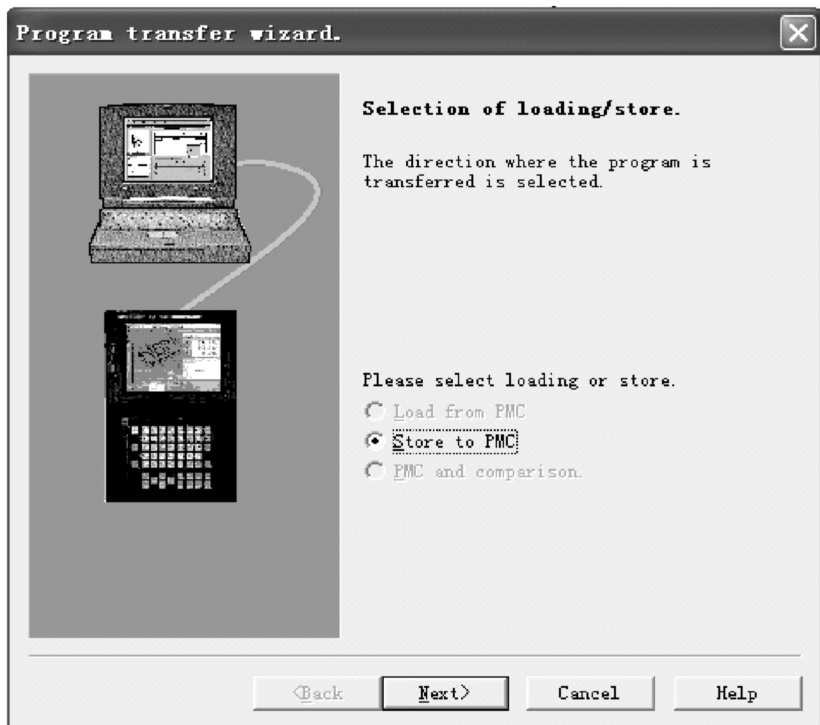


图 8-29　将梯形图程序从 PC 上传至 PMC 装置操作 5

6）选择如图 8-29 所示对话框中的“Next（下一步）”按钮，系统显示传送内容选项提示，如果修改了 PMC 参数，则需要将 PMC 参数一并传送，如图 8-30 所示。



图 8-30　将梯形图程序从 PC 上传至 PMC 装置操作 6

7）设定完传送内容后，选择“Next”按钮，开始传送梯形图程序，此时系统界面同步显示程序传输进度，如图 8-31 所示。

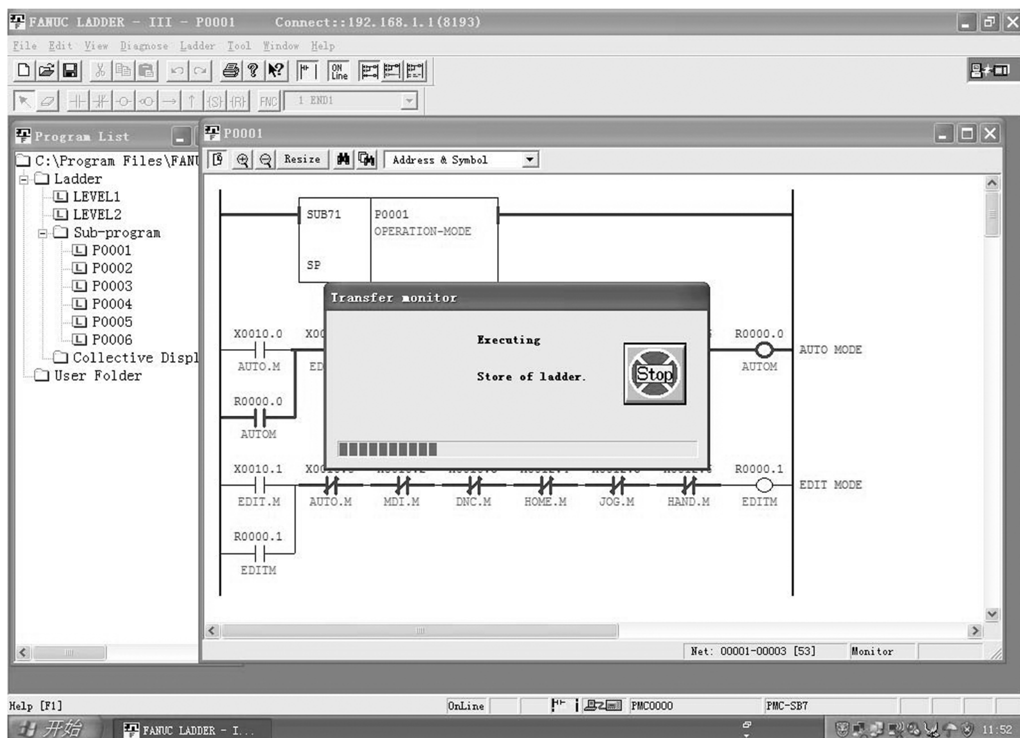


图 8-31　将梯形图程序从 PC 上传至 PMC 装置操作 7

8）程序传送过程中，NC 侧 PMC 程序被停止运行，传送完成后 FAPT LADDER－Ⅲ软件会提示是否运行数控装置中的 PMC 程序，操作提示框如图 8-32 所示。



图 8-32　确认终止传输对话框

选择“Yes”按钮，数控系统 PMC 程序继续运行。

9）如果 PMC 程序最终调试完成，一定注意 NC 在 I/O 方式下执行 F－ROM 写入操作，否则一旦关断电源程序将丢失，这是因为上述的 PMC 程序导出是将 PC 中的 PMC 程序写到 NC 的 DRAM 中，所以断电会丢失，故务必将调试好的程序写到 NC 的 F－ROM 中。

2. 将梯形图程序存入 F－ROM

1）按下 MDI 键盘的 SYSTEM 功能键，在如图 8-33 所示系统界面中按下 PMC 软键。系统显示如图 8-34 所示的 PMC 设置界面。

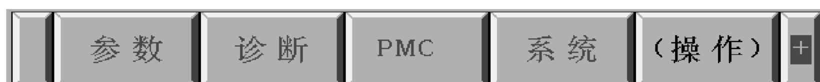


图 8-33　将梯形图程序存入 F－ROM 操作 1

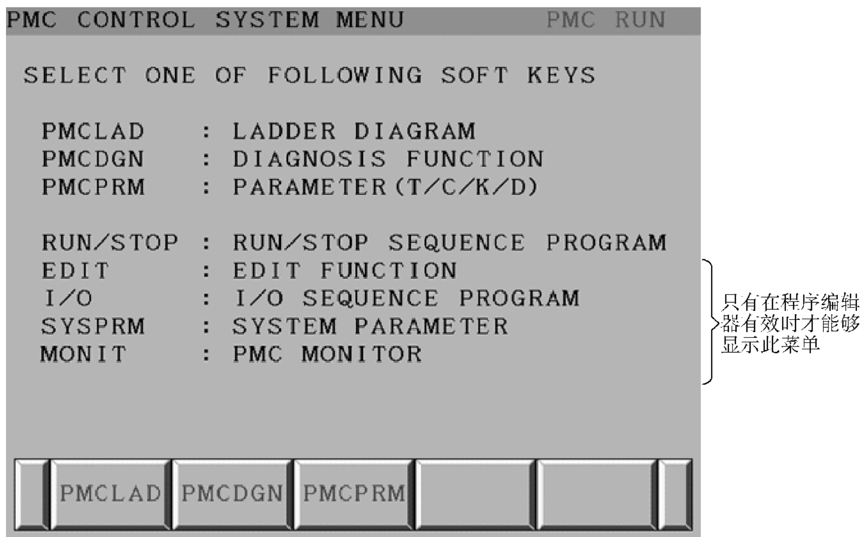


图 8-34　将梯形图程序存入 F－ROM 操作 2

2）按下最右边的软键 ► （菜单扩展键），系统显示如图 8-35 所示的 PMC 设置第 2 页界面。

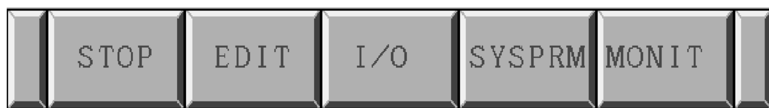


图 8-35　将梯形图程序存入 F－ROM 操作 3

按下如图 8-35 所示的 I/O 软键，系统显示如图 8-36 所示的 I/O 设置界面。



图 8-36　将梯形图程序存入 F－ROM 操作 4

3）DEVICE（输入/输出装置）可供选用的输入/输出装置包括 F－ROM（NC 存储区）、计算机（外设）、FLASH 卡（外设）等。将 DEVICE 设置为 F－ROM（NC 系统内的 F－ROM），操作如图 8-37 所示。



图 8-37　将梯形图程序存入 F－ROM 操作 5

4）将 FUNCTION 设为 WRITE，即将数据从 NC 系统传出，如图 8-38 所示。

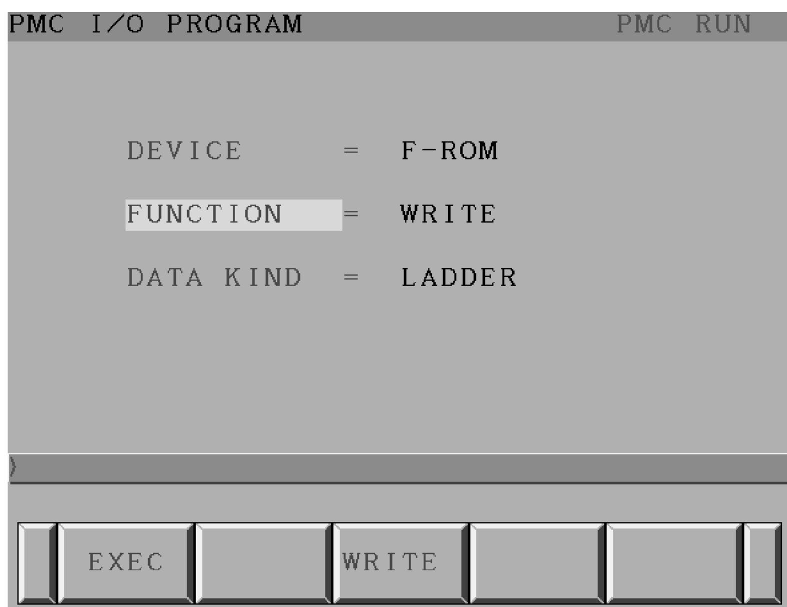


图 8-38　将梯形图程序存入 F－ROM 操作 6

5）按下 EXEC（执行）软键，将 SRAM 中的梯形图写入 F－ROM 中。数据正常写入后

系统显示如图 8-39 所示。

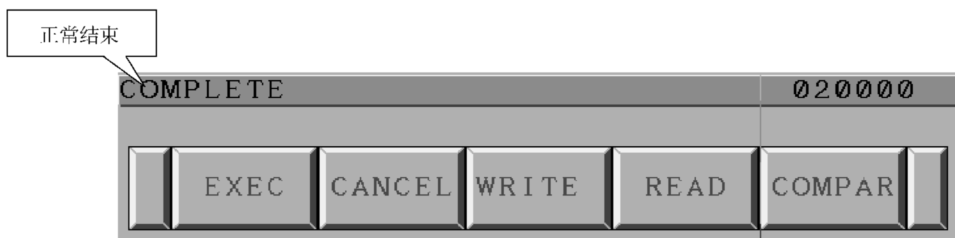


图 8-39　数据传输正常结束界面

8.2.2　从 NC 中读入梯形图程序至 PC

当需要将 NC 中的 PMC 程序读到 PC（FAPT LADDER－Ⅲ软件）中时，进行下述操作：

1）新建文件，输入文件名，进入编程准备界面，如图 8-40 所示。

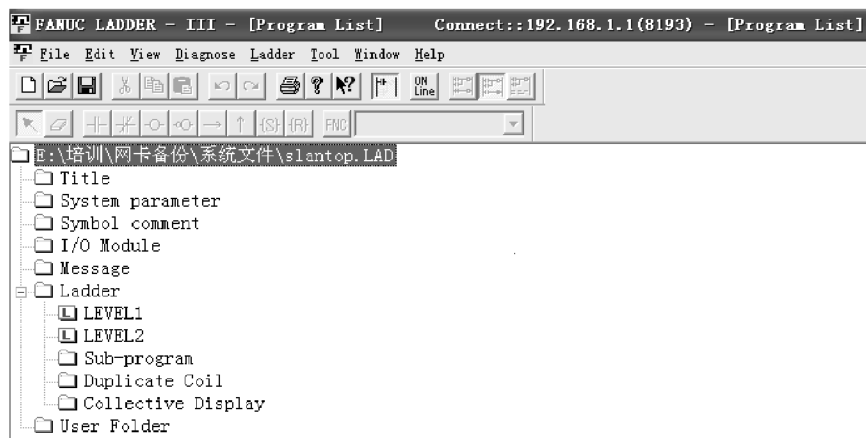


图 8-40　将梯形图从数控装置传入计算机操作 1

2）点击 Tool（工具）中的 Load from PMC（从 PMC 载入），如图 8 -41 所示。

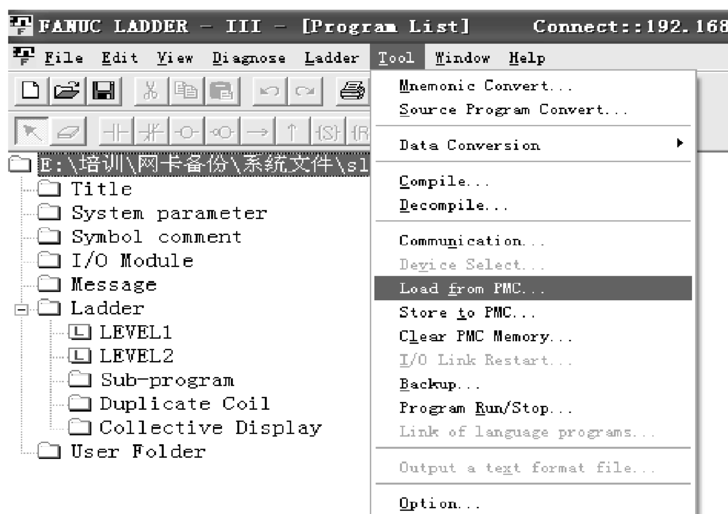


图 8-41　将梯形图从数控装置传入计算机操作 2

3）点击 Tool 中的 Load from PMC 后弹出如图 8-42 所示菜单。

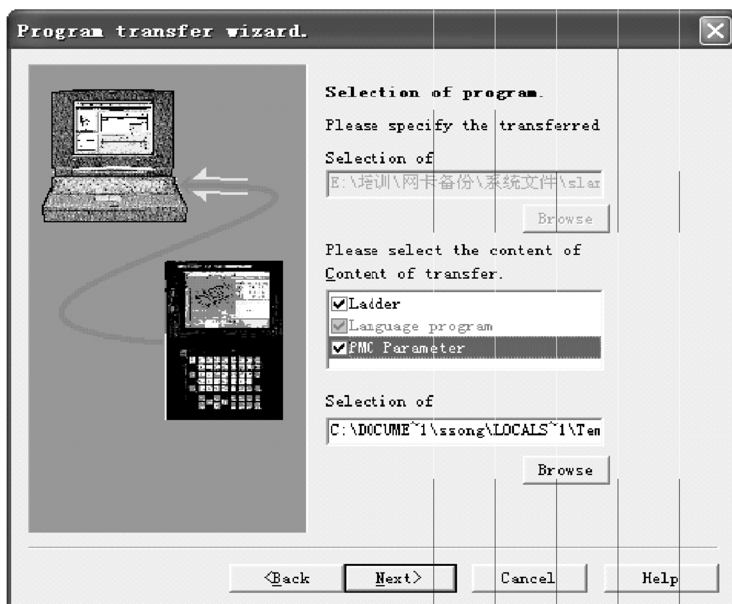


图 8-42　将梯形图从数控装置传入计算机操作 3

4）按下 Next > 按钮数据开始加载并弹出如图 8-43 所示界面。



图 8-43　将梯形图从数控装置传入计算机操作 4

对话框中显示内容为“确认信息：下述事项是否完成。当使用‘I/O’软键功能时，请在装置侧设置‘HOST（主机）’”。

① Transfer（传输方式）：通过 MONIT－ONLINE 功能进行 I/O 传输。

② Direction（任务）：加载 PMC 程序。

③ Content（作业内容）：Ladder（梯形图）及 PMC 参数。

5）按下 Finish（完成）按钮，打开 PMC 程序，如图 8-44 所示。

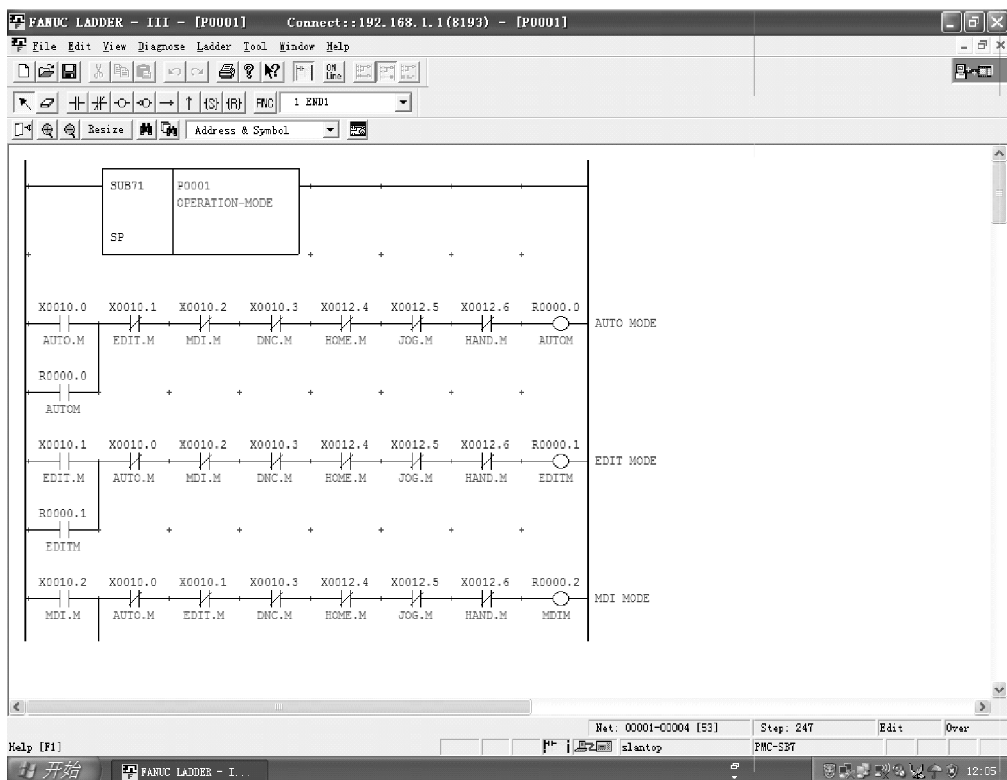


图 8-44　将梯形图从数控装置传入计算机操作 5

8.2.3　在线调试、修改梯形图程序

如果使用 PC FAPT FLADDER－Ⅲ软件进行在线调试，每当修改了如下内容均要进行编译、下载、重新启动 NC 侧 PMC：

1）梯形图；

2）符号表；

3）信息表；

4）PMC 参数；

5）标题等。

1）当修改了 PMC 程序之后，点击“Online（在线）”时，系统会发现 PC 的 FAPT LADDER－Ⅲ软件与 NC 中的 PMC 不一致，并弹出提示信息源程序已经更新，是否编译，如图 8-45 所示。

2）按下是（Y）按钮，弹出编译界面，如图 8-46 所示，开始编译 PMC 程序。

对话框中显示的 LEVEL1. #LA、LEVEL2. #LA、P1. #LA、P2. #LA、P3. #LA…表示已编译完成的程序，其中 P1. #LA 表示 P0001 子程序等，编译完成的程序后缀为“#LA”，即 LADDER 的缩写 LA。



图 8-45　编译 PMC 程序操作 1

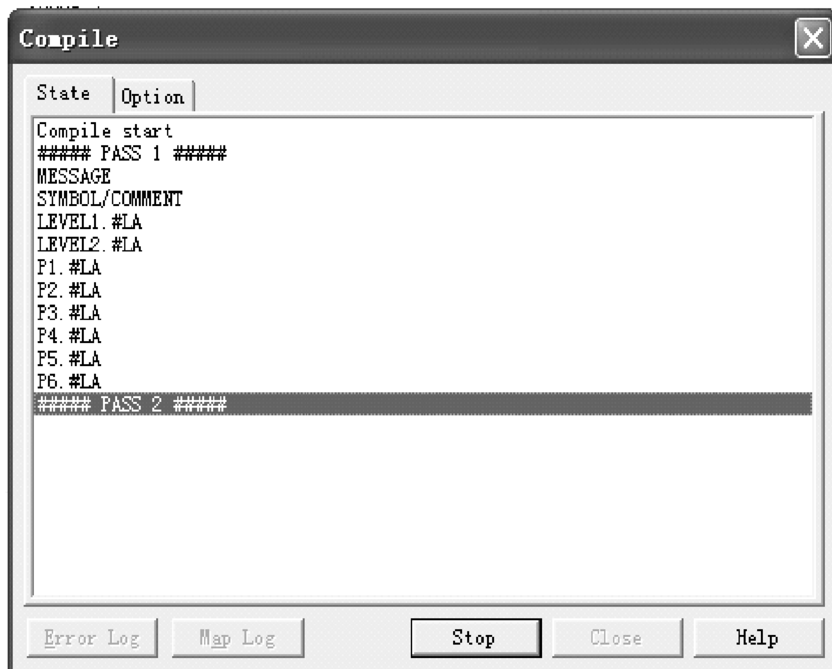


图 8-46　编译 PMC 程序操作 2

3）编译成功后提示是否下载到 NC（Store to PMC），按下 Next > 按钮，如图 8-47 所示。

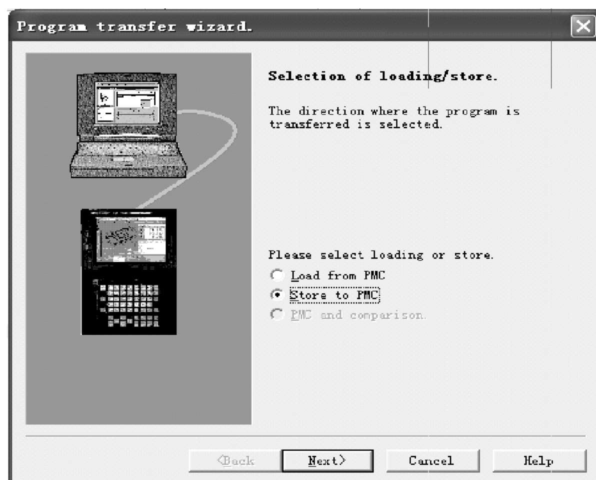


图 8-47　编译 PMC 程序操作 3

4）弹出选项提示界面（下载内容），填入选项，按下 Next > 按钮，如图 8-48 所示。

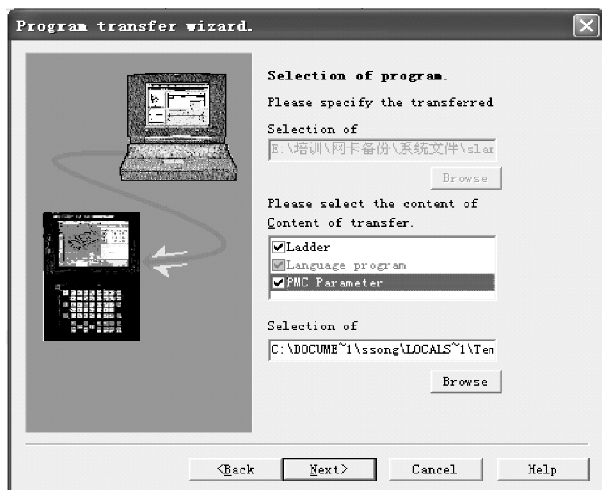


图 8-48　编译 PMC 程序操作 4

5）继续按下 Next 按钮，开始传送梯形图程序，如图 8-49 所示。

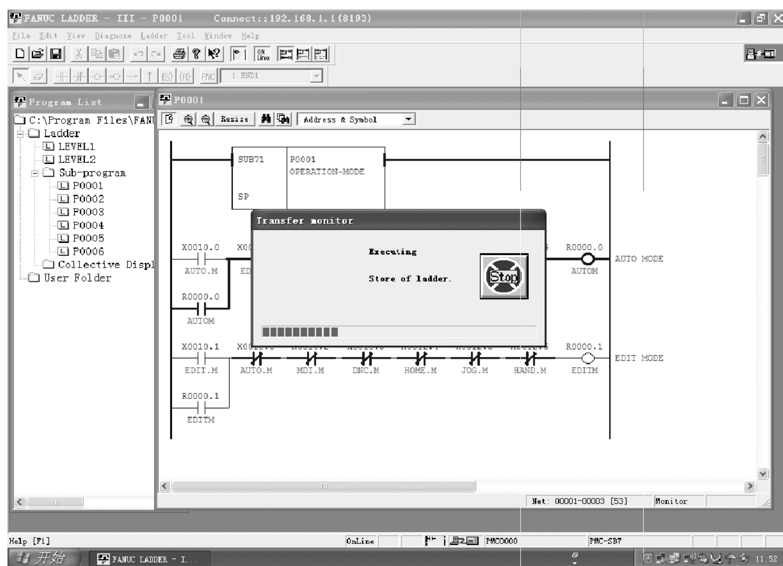


图 8-49　编译 PMC 程序操作 5

6）程序传送过程中，NC 侧 PMC 程序被停止运行，传送完成后 FAPT LADDER－Ⅲ软件会提示是否运行 NC PMC 程序，如图 8-50 所示。

按下 Yes 按钮，NC 梯形图继续工作。

最后，一定要使 NC 在 I/O 方式下执行 F－ROM 写入操作，否则一旦断电 NC 中程序将丢失，具体操作参见 8.2.1 节内容。



图 8-50　PMC 程序运行/停止操作提示框

8.2.4　在线 PMC 参数设置

PMC 参数可以通过 PC 侧的界面设置、修改。

1）点击主菜单中的 Diagnose（诊断）→PMC Parameter（PMC 参数），如图 8-51 所示。

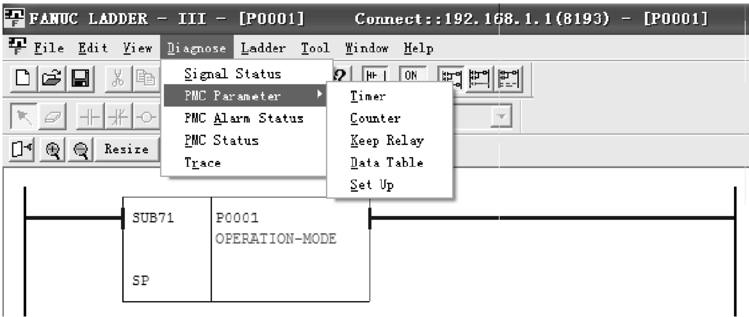


图 8-51　调用 PMC 参数操作

2）根据选择 Timer（计时器）、Counter（计数器）、Keep Relay（保持继电器）、Data Table（数据表）等，可以分别弹出相应的界面。

① 计时器界面如图 8-52 所示。

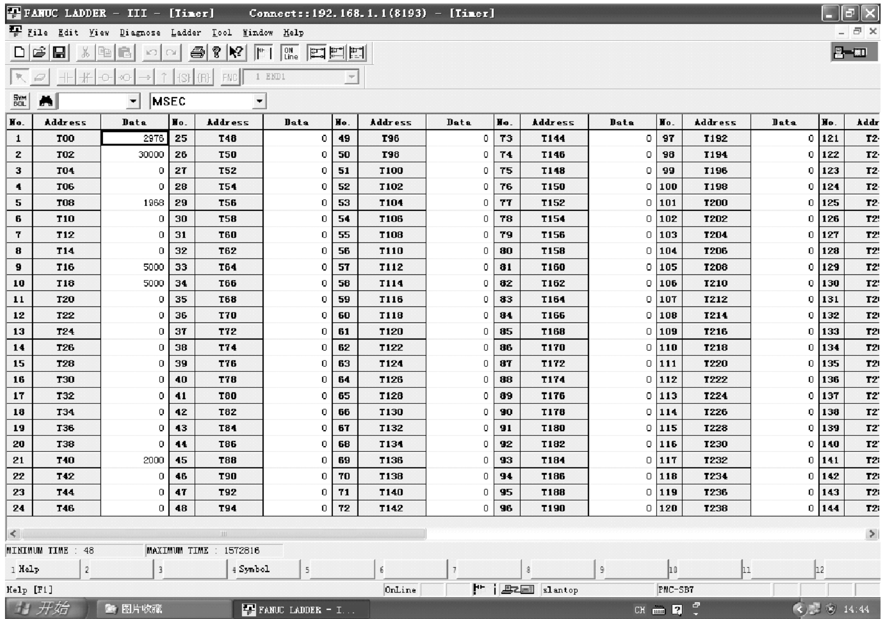


图 8-52　PMC 参数—计时器界面

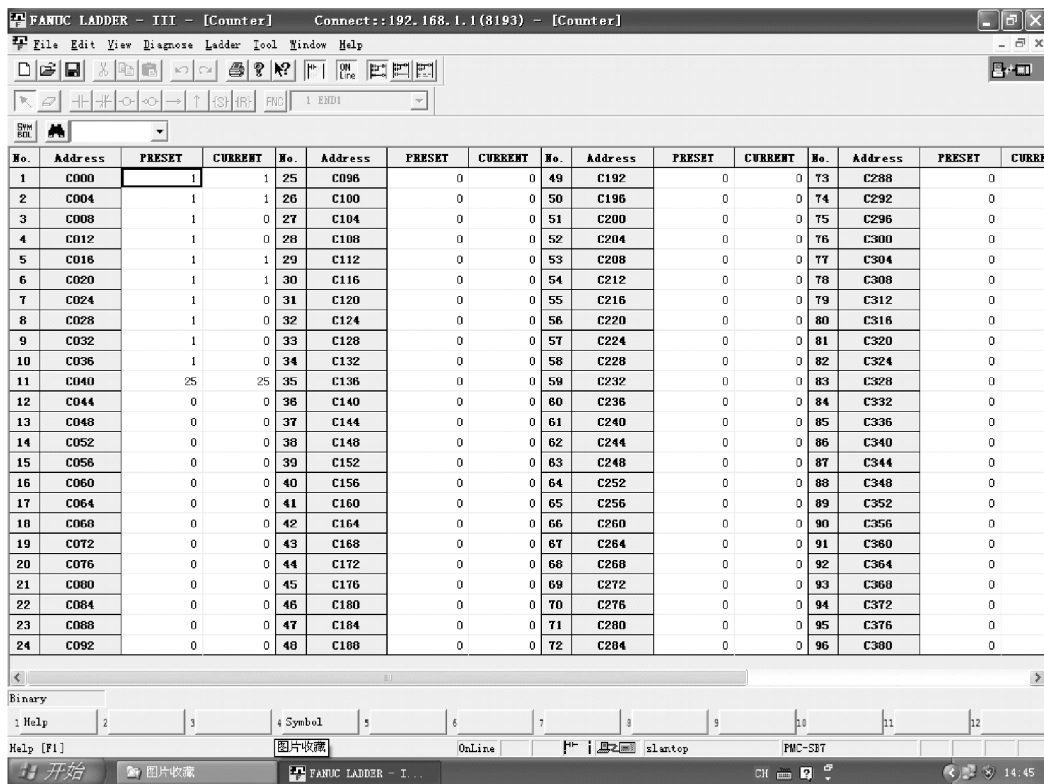
② 计数器界面如图 8-53 所示。

③ 保持继电器界面，如图 8-54 所示。

④ 数据表界面如图 8-55 所示。

对于计时器界面、计数器界面、保持继电器界面，可以在上面直接修改参数，对于数据表的修改，操作如下：

1）在左侧窗上点数据表，并单击鼠标右键，出现如图 8-56 所示界面。



No.	Address	PRESET	CURRENT	No.	Address	PRESET	CURRENT	No.	Address	PRESET	CURRENT	No.	Address	PRESET	CURRE
1	C000	1	1	25	C096	0	0	49	C192	0	0	73	C288	0	
2	C004	1	1	26	C100	0	0	50	C196	0	0	74	C292	0	
3	C008	1	0	27	C104	0	0	51	C200	0	0	75	C296	0	
4	C012	1	0	28	C108	0	0	52	C204	0	0	76	C300	0	
5	C016	1	1	29	C112	0	0	53	C208	0	0	77	C304	0	
6	C020	1	1	30	C116	0	0	54	C212	0	0	78	C308	0	
7	C024	1	0	31	C120	0	0	55	C216	0	0	79	C312	0	
8	C028	1	0	32	C124	0	0	56	C220	0	0	80	C316	0	
9	C032	1	0	33	C128	0	0	57	C224	0	0	81	C320	0	
10	C036	1	0	34	C132	0	0	58	C228	0	0	82	C324	0	
11	C040	25	25	35	C136	0	0	59	C232	0	0	83	C328	0	
12	C044	0	0	36	C140	0	0	60	C236	0	0	84	C332	0	
13	C048	0	0	37	C144	0	0	61	C240	0	0	85	C336	0	
14	C052	0	0	38	C148	0	0	62	C244	0	0	86	C340	0	
15	C056	0	0	39	C152	0	0	63	C248	0	0	87	C344	0	
16	C060	0	0	40	C156	0	0	64	C252	0	0	88	C348	0	
17	C064	0	0	41	C160	0	0	65	C256	0	0	89	C352	0	
18	C068	0	0	42	C164	0	0	66	C260	0	0	90	C356	0	
19	C072	0	0	43	C168	0	0	67	C264	0	0	91	C360	0	
20	C076	0	0	44	C172	0	0	68	C268	0	0	92	C364	0	
21	C080	0	0	45	C176	0	0	69	C272	0	0	93	C368	0	
22	C084	0	0	46	C180	0	0	70	C276	0	0	94	C372	0	
23	C088	0	0	47	C184	0	0	71	C280	0	0	95	C376	0	
24	C092	0	0	48	C188	0	0	72	C284	0	0	96	C380	0	

图 8-53　PMC 参数—计数器界面

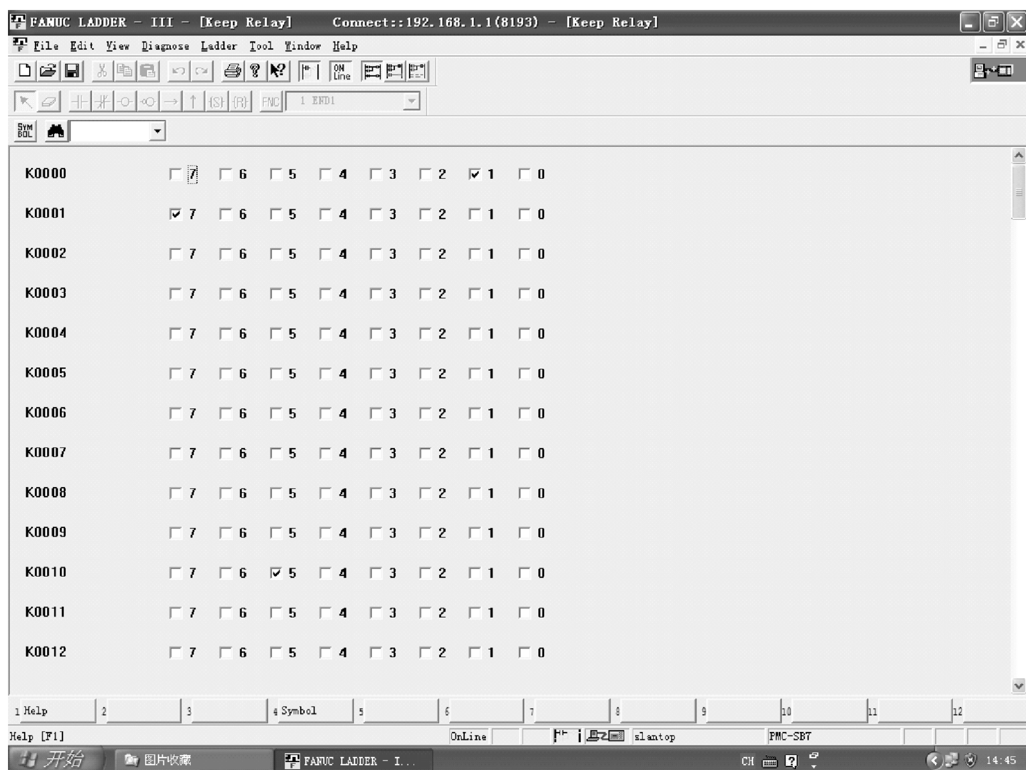


图 8-54　PMC 参数—保持继电器界面

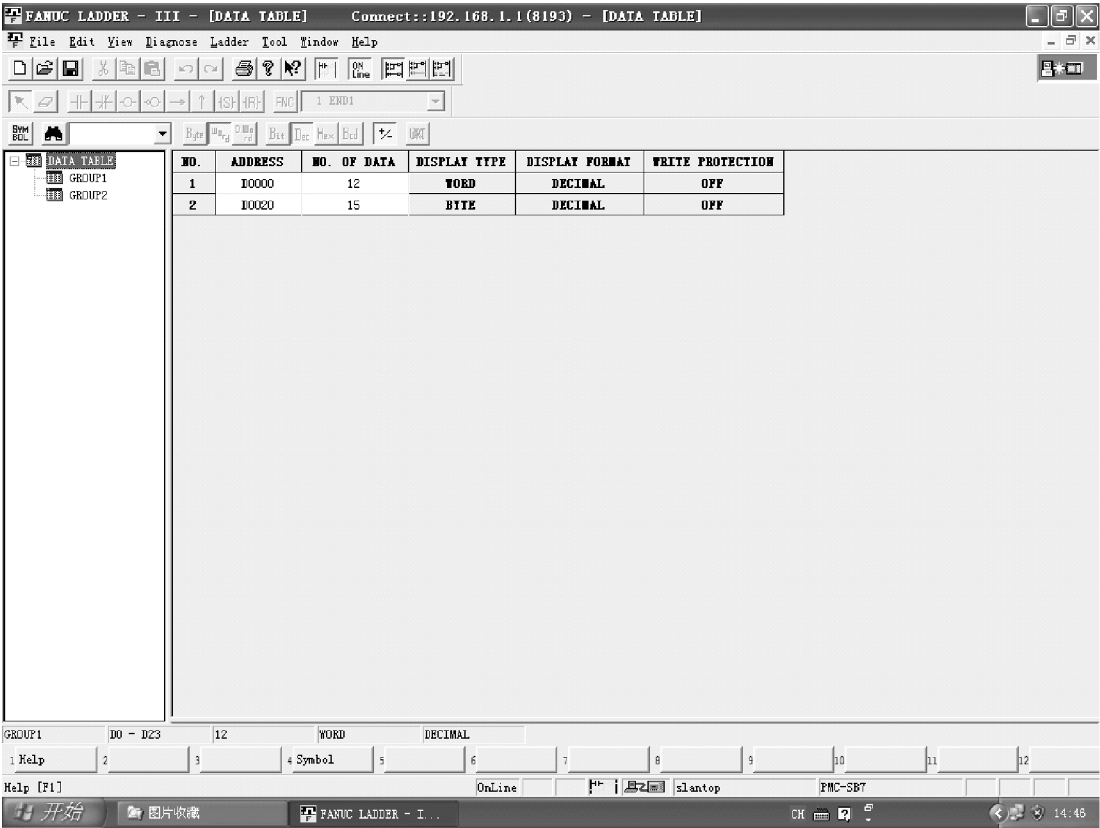


图 8-55　PMC 参数—数据表界面

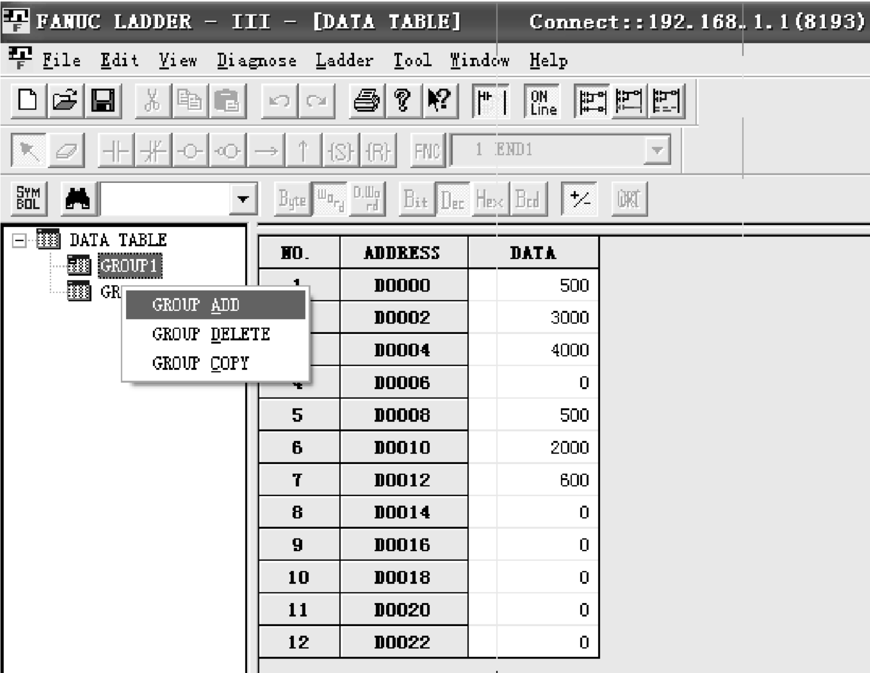


图 8-56　编辑数据表操作 1

2）点击弹出式菜单的 GROUP ADD（追加组），按需要的数目追加组数，如图 8-57 所示。

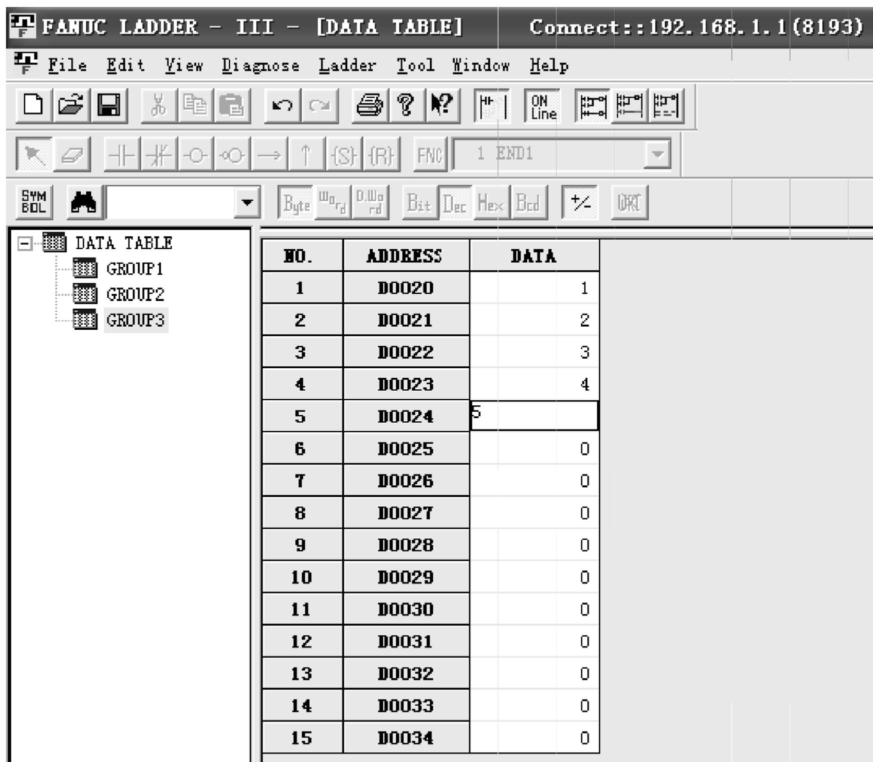


图 8-57　编辑数据表操作 2

用 +/－键可切换数据值有无符号。接通 SYMBOL 按钮时，即显示符号。

3）用该界面可方便地设定保持继电器 K17. ×或 K900. ×，参见图 6-4，实际上上述 K 参数对应着图 8-58 中的 PMC 编辑功能。

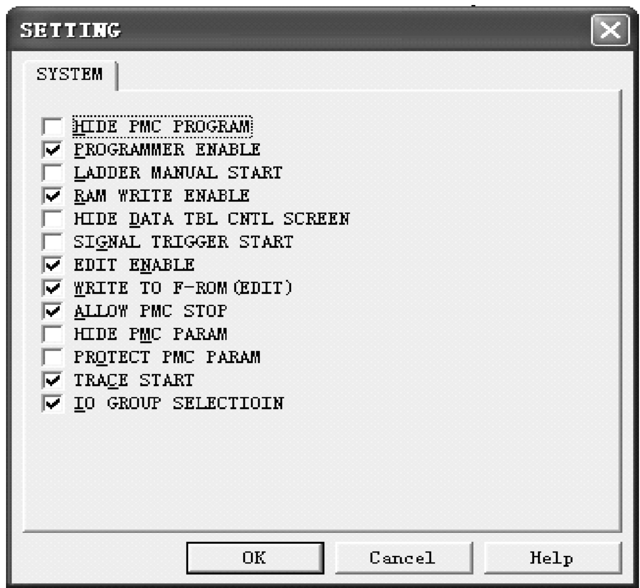


图 8-58　编辑数据表操作 3

8.2.5　在线监视、诊断功能

FANUC LADDER－III 软件提供丰富的在线监视、诊断功能，特别是便于各种功能模块的调试、模拟测试等。在线监视功能提供按位、字、双字监测接口信号，可以监测 X 地址、Y 地址、G 地址、F 地址、R 地址、K 地址、A 地址等的实时状态。

1）点击主菜单上的 Diagnose（诊断）→Signal Status（信号状态），出现如图 8-59 所示界面。

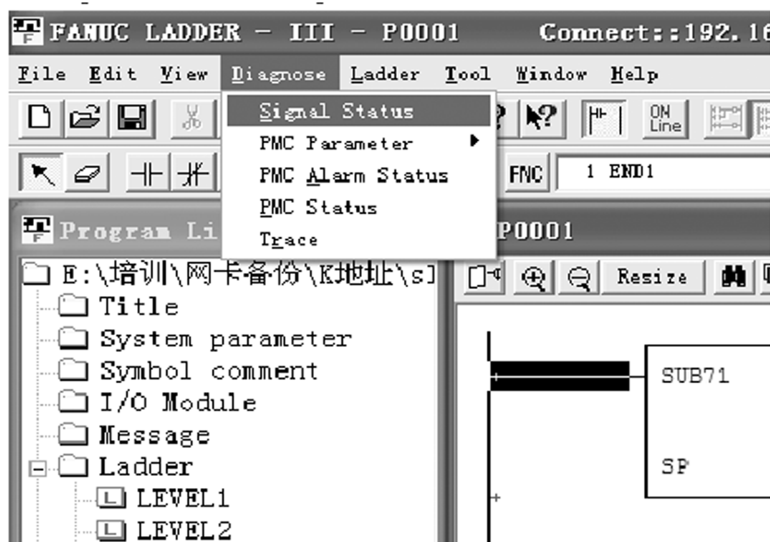


图 8-59　在线监视、诊断操作界面

这一功能的使用，与在 NC 侧使用 PMC 诊断是相似的，只不过一个是在数控系统侧进行，一个是在 PC 上操作，风格不同，但使用完全相同。如 Signal Status 操作，与 NC 上的 PMC 状态诊断“PMCDGN”、“STATUS”操作步骤基本相同，请参见本书 5.5 节 PMC 接口诊断界面。

2）系统显示相应的接口界面，如图 8-60 所示。可以通过左侧的信号状态窗，选择要显示的信号种类。

在线监视界面菜单及其功能，参见图 8-61 中的说明。

3）可以通过单击鼠标右键，用弹出式菜单切换显示形式，鼠标右键菜单如图 8-62 所示。

8.2.6　在线强制功能

FAPT LADDER－III 软件提供接口信号强制（FORCE）功能，目的是强制触发某个触点动作，但是需要注意如下事项：

1）设备周围的人员安全及设备安全。因为信号强制时，外围设备会不按照既定的安全设计逻辑关系运行机床的辅助动作，而是强制执行某个动作。

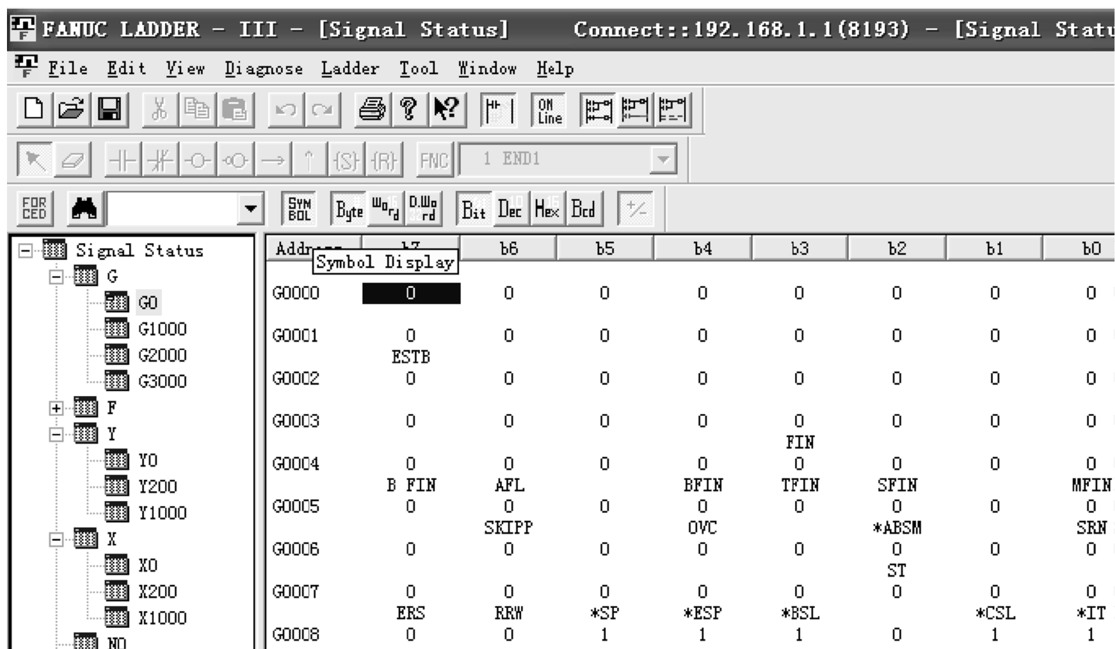


图 8-60　在线监视、诊断操作接口界面

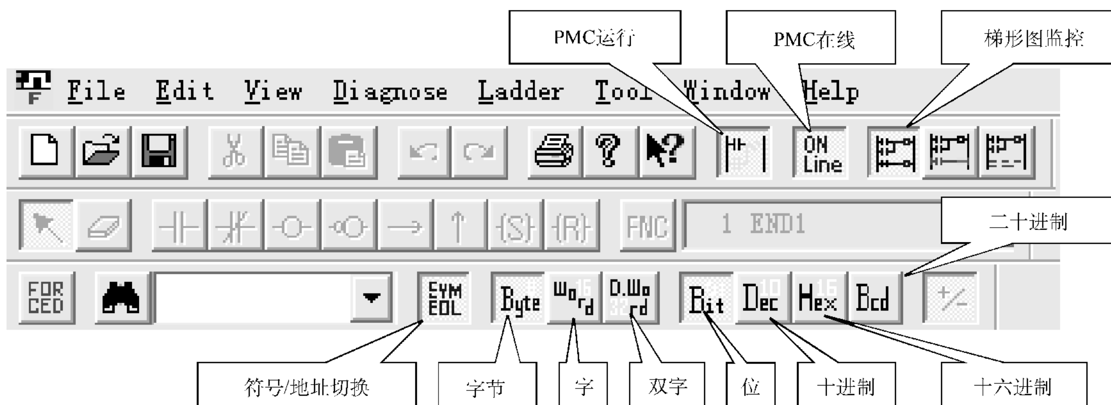


图 8-61　在线监视菜单

2）必须停止 NC 侧 PMC 的运行，否则 PMC 不断执行扫描刷新，强制信号会立即被复位。

具体步骤如下：

1）按照前面所述在线监视的操作，进入在线监视界面，用鼠标右键点击需要强制的信号位，如图 8-63 所示。

2）如图 8-63 所示，选择 Force 选项，被选择信号点将变为红色，如图 8-64 所示。

3）继续使用鼠标右键在 Signal Change（信号改变）栏中继续选择选择 On 或 Off，On 表示触点接通，Off 表示触点断开，如图 8-65 所示。


图 8-62　在线监视状态时的鼠标右键菜单

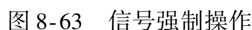
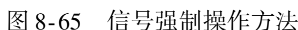

图 8-63　信号强制操作

图 8-64　信号强制后的状态


图 8-65　信号强制操作方法

或使用快捷菜单操作选择 ON 或 OFF，如图 8-66 所示。

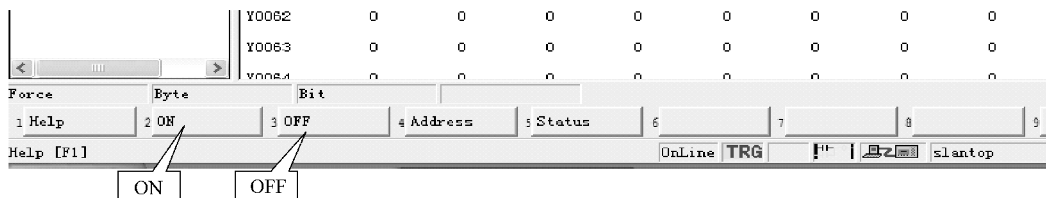


图 8-66　信号强制快捷菜单

8.2.7　在线信号跟踪（TRACE）

FANUC LADDER – III 软件提供了 Trace（信号跟踪）功能，可以同时观测数个接口信号的时序及波形，对于机床的调试非常方便。

具体操作步骤如下：

1）点击菜单 Diagnose（诊断）→Trace（信号跟踪），如图 8-67 所示。

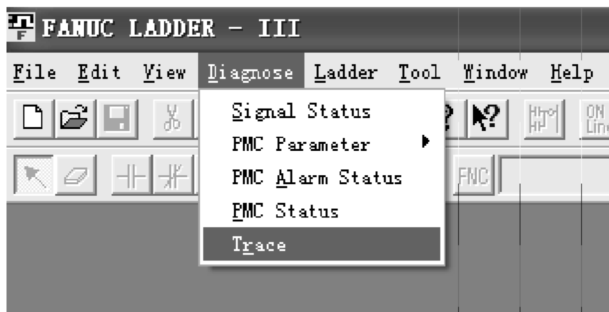


图 8-67　信号跟踪操作菜单

2）在 Parameter（参数设置）快捷菜单上按鼠标左键，如图 8-68 所示。



图 8-68　信号跟踪参数设置快捷菜单

3）弹出如图 8-69 所示菜单。输入采样方式如下：

① Time Cycle：按照、时间周期采样；

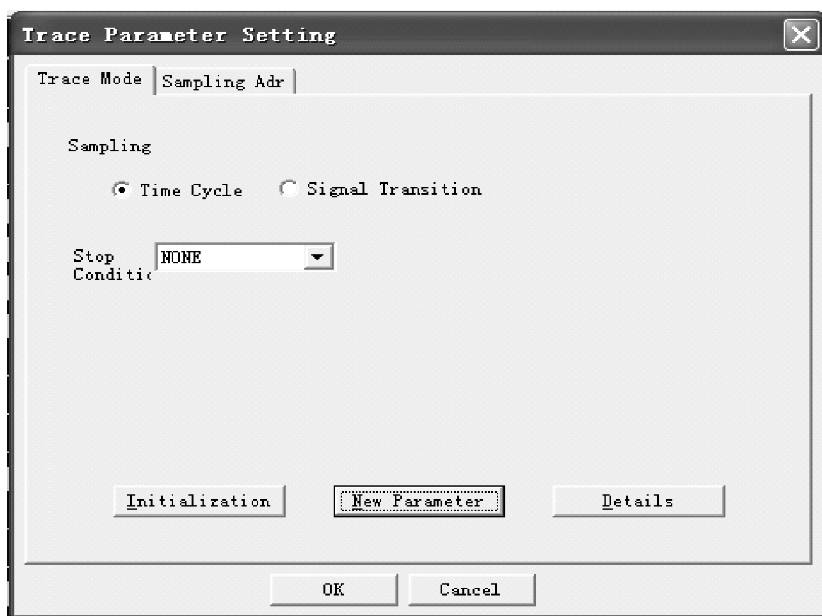


图 8-69　信号跟踪参数设置菜单 1

② Signal Transition：根据信号触发状态采样。

4）输入采样方式后，在 New Parameter（新参数）按钮上按鼠标左键，系统弹出如图 8-70所示界面，将需要诊断的地址输入到 Sampling Adr（采样地址）栏中。

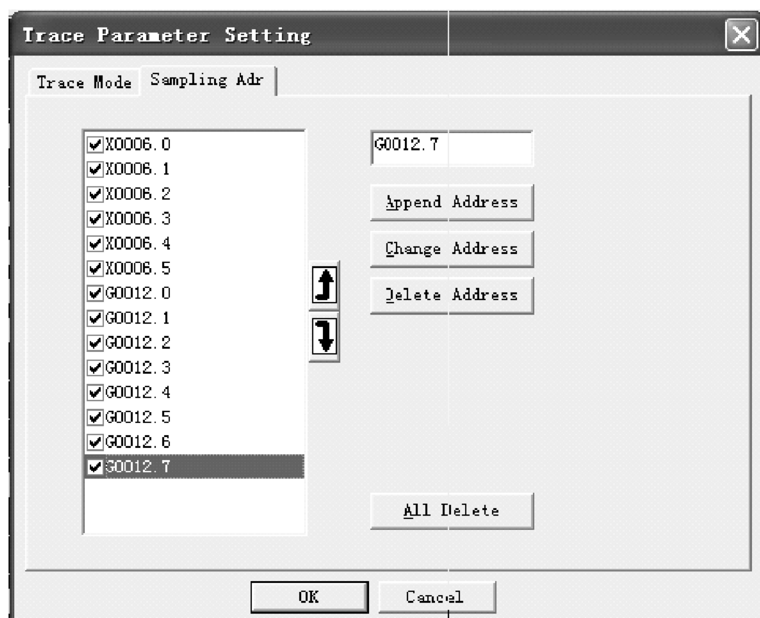


图 8-70　信号跟踪参数设置菜单 2

5）软件提供快捷工具及其含义如图 8-71 所示。

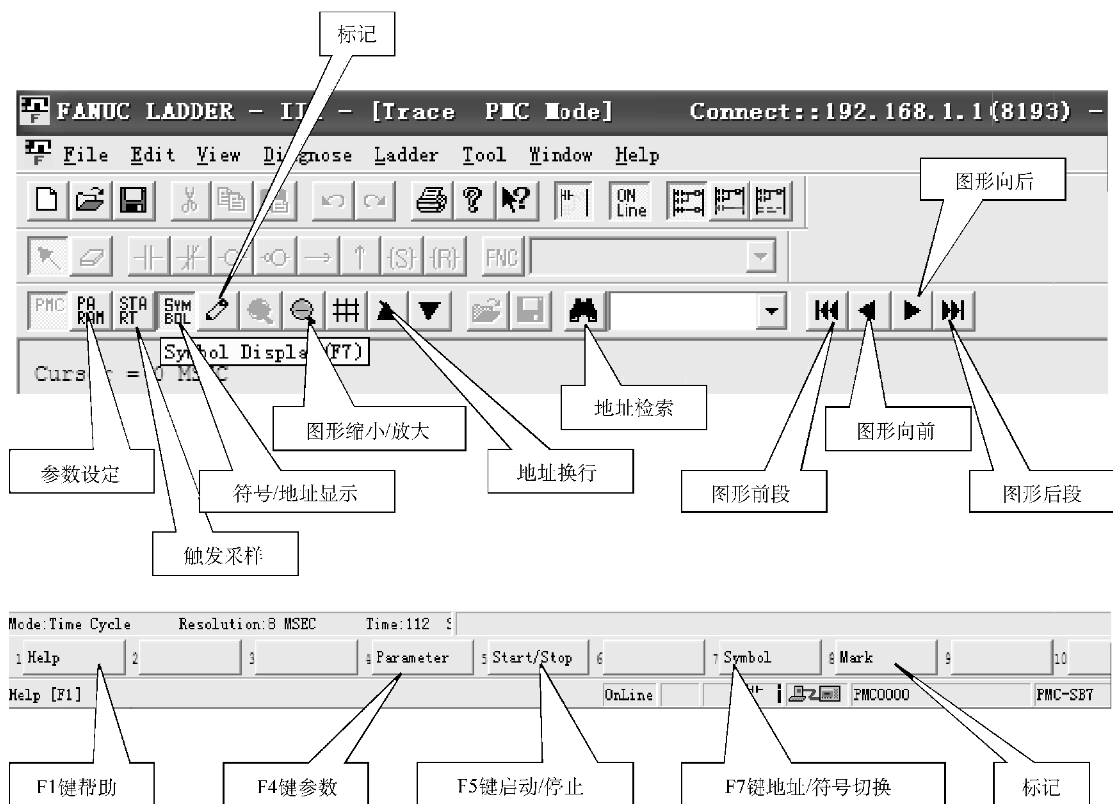


图 8-71　FANUC LADDER－III 快捷工具按钮

6）按下 F5 键启动，开始采样扫描，界面如图 8-72 所示。

再次按下 F5 键停止采样扫描。

关于 FORCE 和 TRACE 功能的使用请参考本书第 5 章 5.5.3 节和 5.5.4 节，第 5 章中所述的信号强制和信号跟踪功能与本节中叙述的内容完成同样的维修、调试诊断任务，只不过一个是在 NC 侧操作（使用 FANUC NC 上的 PMC 内置编程器），另一个是在 PC 上操作（使用 PC 上的 FANUC LADDER－III 软件）。

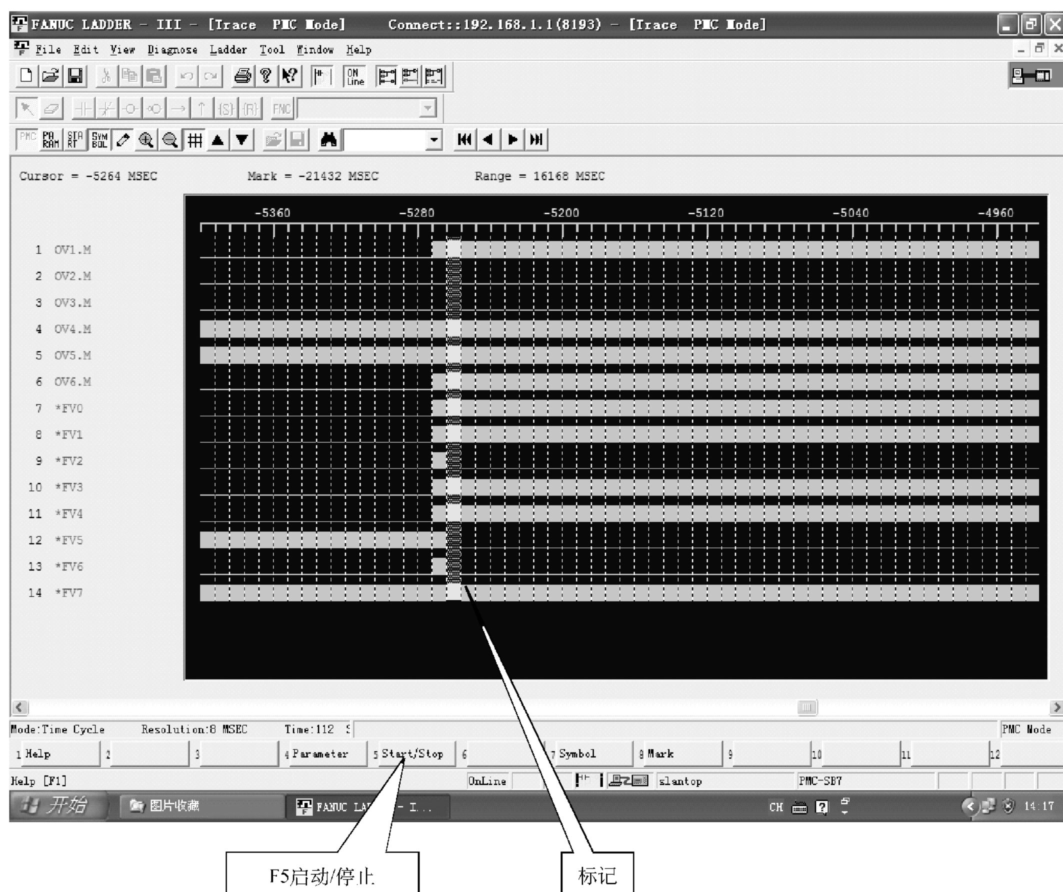

FANUC LADDER - III - [Trace PMC Mode]　Connect::192.168.1.1(8193) - [Trace PMC Mode]
File Edit View Diagnose Ladder Tool Window Help
Cursor = -5264 MSEC
Mark = -21432 MSEC
Range = 16168 MSEC
-5360
-5280
-5200
-5120
-5040
-4960
1 OV1.M
2 OV2.M
3 OV3.M
4 OV4.M
5 OV5.M
6 OV6.M
7 *FV0
8 *FV1
9 *FV2
10 *FV3
11 *FV4
12 *FV5
13 *FV6
14 *FV7
Mode:Time Cycle
Resolution:8 MSEC
PMC Mode
1 Help
4 Parameter
5 Start/Stop
7 Symbol
8 Mark
Help [F1]
OnLine
slantop
PMC-SB7
F5启动/停止
标记

图 8-72　采样扫描界面

第 9 章　加工中心换刀程序分析

本章将以一台立式加工中心的换刀程序为例，分析换刀程序的程序结构、程序内容，加工中心的生产厂家为我国台湾省丽伟计算机机械股份有限公司，VB 系列机床采用的是 FANUC－0i－MB 系统。

该机床的换刀机构包括：刀库、机械手、主轴拉刀机构。刀库采用侧装式，安装在立柱上，由三相异步电动机通过减速机构带动刀库旋转，通过接近开关检测刀库计数和刀库回零。换刀时位于刀库最下位置的刀套在刀套抬起/落下油缸的驱动下可完成抬起落下动作。机械手的旋转、抬起落下等动作是在机械手电动机的驱动下，通过一套凸轮机构来完成的，换刀动作平滑、快速。由接近开关检测机械手的关键位置，配合换刀时其他机构的动作。主轴拉刀机构完成主轴刀具的夹紧和松开操作，并有接近开关检测主轴刀具的夹紧或松开状态。

9.1　加工中心的换刀过程分析

9.1.1　机床及换刀机构（见图 9-1～图 9-4）



图 9-1　机床外观

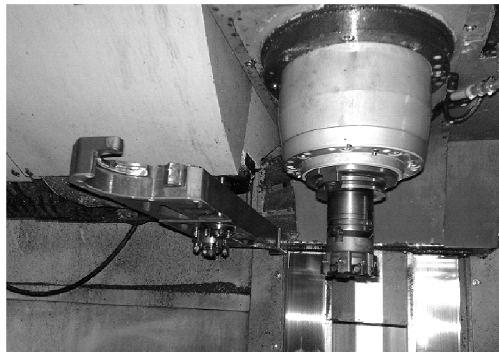


图 9-2　主轴和机械手

9.1.2　换刀动作分析

这种类型的加工中心的整个换刀过程包括刀库找刀和换刀两个独立的动作。

刀库找刀也叫刀具调用，当机床的操作者通过程序命令，如 T12，从刀库调用 12 号刀时，PMC 检索 12 号刀具所在的刀套号，再进行刀库正反转判别，控制刀库旋转；当然还有手动刀库的旋转操作，完成手动装卸刀具。

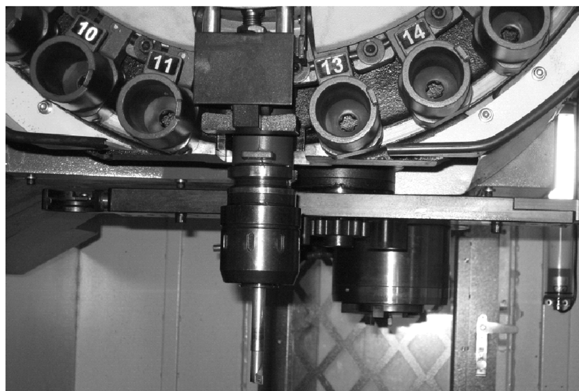


图 9-3　刀套落下动作

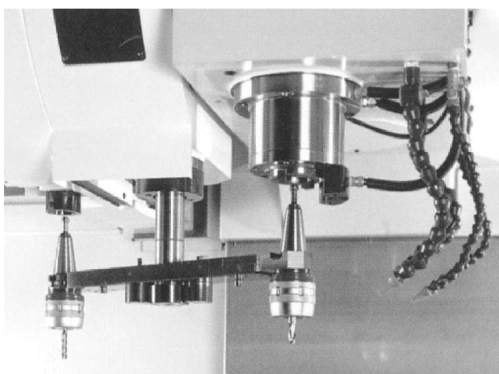


图 9-4　换刀过程中

换刀动作集合了刀库、机械手、主轴三方面的动作，整个过程是一个顺序动作的过程，通过顺序动作的步骤一步步完成换刀。以程序控制自动换刀来解释整个换刀过程，如图 9-5 所示。

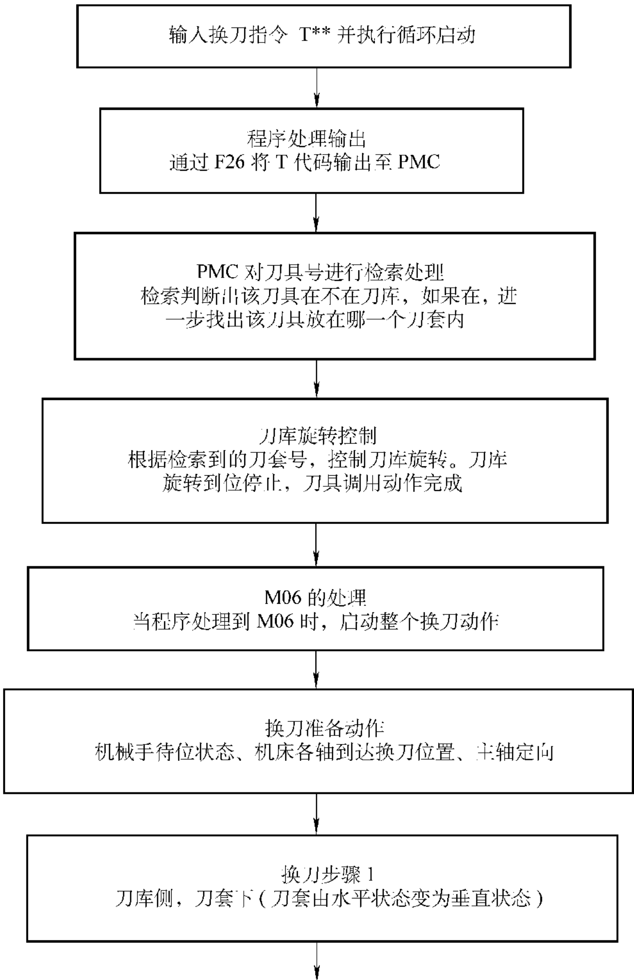


图 9-5　加工中心换刀流程

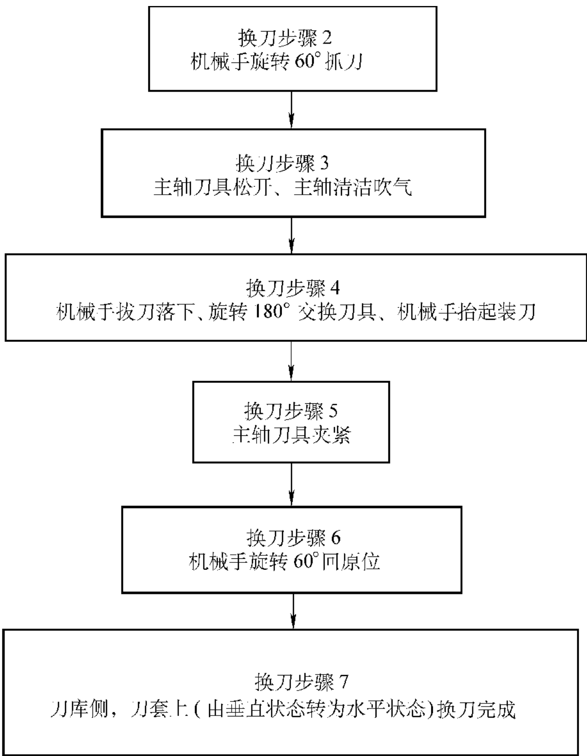


图 9-5　加工中心换刀流程（续）

9.1.3　换刀电路（见图 9-6 ~ 图 9-8）

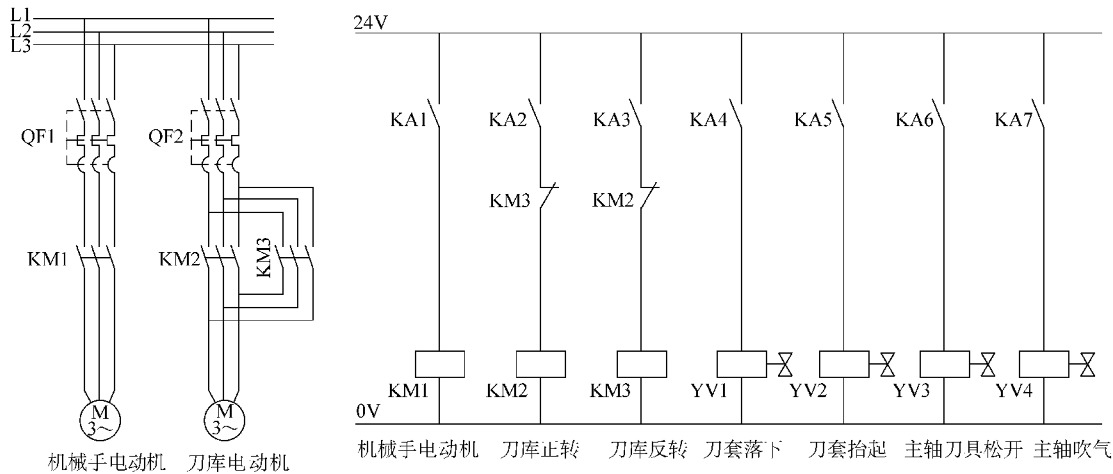


图 9-6　换刀电气图 1

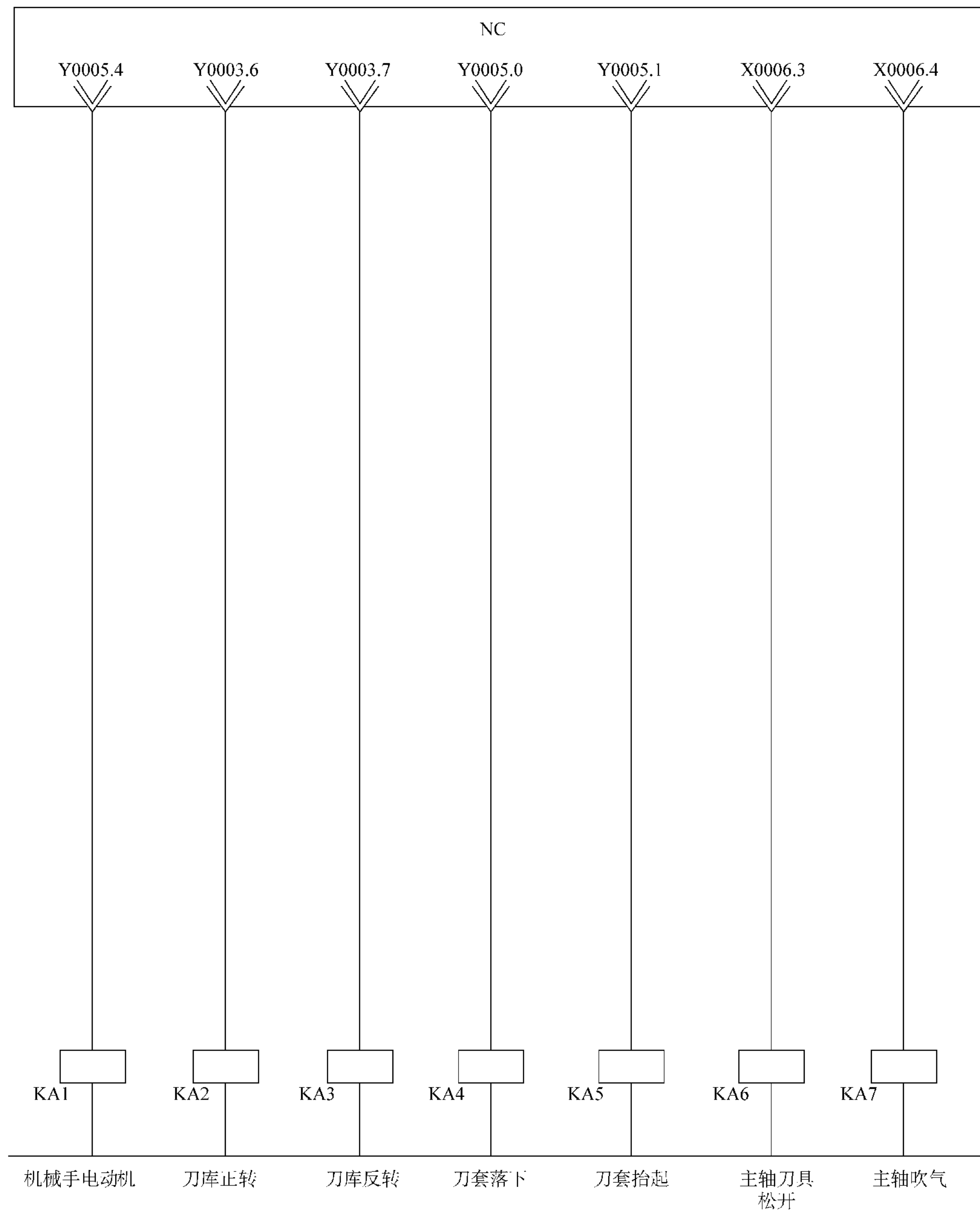


图 9-7　换刀电气图 2

9.1.4　换刀地址表

换刀程序地址说明：加工中心的换刀程序比较复杂庞大，所涉及的地址较多，为便于阅读梯形图程序，这里所涉及的地址请参见 9.3 节相关内容。

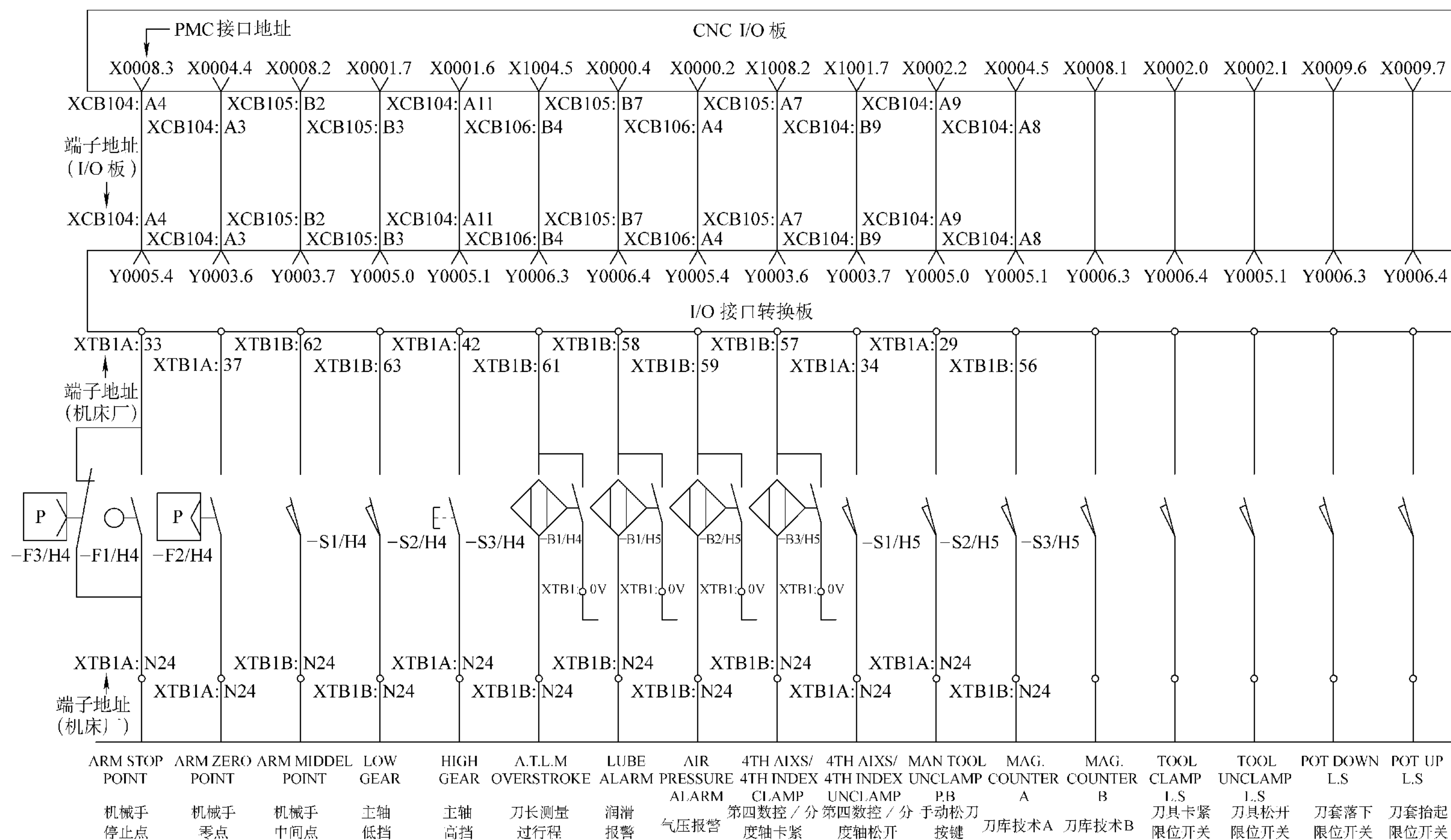

PMC接口地址
CNC I/O 板
X0008.3 X0004.4 X0008.2 X0001.7 X0001.6 X1004.5 X0000.4 X0000.2 X1008.2 X1001.7 X0002.2 X0004.5 X0008.1 X0002.0 X0002.1 X0009.6 X0009.7
端子地址（I/O 板）
XCB104: A4
XCB104: A3
XCB105: B2
XCB105: B3
XCB104: A11
XCB106: B4
XCB105: B7
XCB106: A4
XCB105: A7
XCB104: B9
XCB104: A9
XCB104: A8
Y0005.4 Y0003.6 Y0003.7 Y0005.0 Y0005.1 Y0006.3 Y0006.4 Y0005.4 Y0003.6 Y0003.7 Y0005.0 Y0005.1 Y0006.3 Y0006.4 Y0005.1 Y0006.3 Y0006.4
I/O 接口转换板
XTB1A: 33
XTB1A: 37
XTB1B: 62
XTB1B: 63
XTB1A: 42
XTB1B: 61
XTB1B: 58
XTB1B: 59
XTB1B: 57
XTB1A: 34
XTB1A: 29
XTB1B: 56
端子地址（机床厂）
P
P
−F3/H4
−F1/H4
−F2/H4
−S1/H4
−S2/H4
−S3/H4
−B1/H4
−B1/H5
−B2/H5
−B3/H5
XTB1: 0V
−S1/H5
−S2/H5
−S3/H5
XTB1A: N24
XTB1B: N24
端子地址（机床厂）
ARM STOP POINT 机械手停止点
ARM ZERO POINT 机械手零点
ARM MIDDEL POINT 机械手中间点
LOW GEAR 主轴低挡
HIGH GEAR 主轴高挡
A.T.L.M OVERSTROKE 刀长测量过行程
LUBE ALARM 润滑报警
AIR PRESSURE ALARM 气压报警
4TH AIXS/ 4TH INDEX CLAMP 第四数控／分度轴卡紧
4TH AIXS/ 4TH INDEX UNCLAMP 第四数控／分度轴松开
MAN TOOL UNCLAMP P.B 手动松刀按键
MAG. COUNTER A 刀库技术A
MAG. COUNTER B 刀库技术B
TOOL CLAMP L.S 刀具卡紧限位开关
TOOL UNCLAMP L.S 刀具松开限位开关
POT DOWN L.S 刀套落下限位开关
POT UP L.S 刀套抬起限位开关

图 9-8　换刀电气图 3

9.2　换刀程序介绍

该机床的 PLC 类型为 SB7，图 9-9 是该程序的清单，与换刀有关的程序内容出现在一级程序、二级程序中，没有为换刀专门编写子程序。

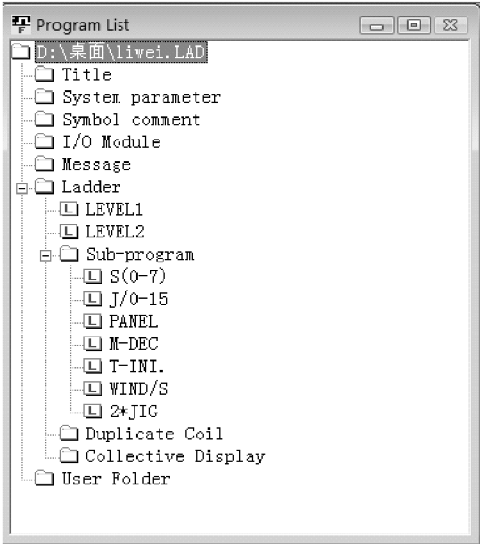


图 9-9　程序清单

因为换刀过程中机械手动作较快，机械手的 60°、中间点、180°的检测信号出现的时间很短，所以将这部分的程序放在一级程序，保证 8ms 能处理到这种信号。在二级程序中，换刀程序包含：刀具检索、换刀过程状态记忆、手动换刀、自动换刀。

9.2.1　换刀程序分析

一级程序中的换刀程序分析：一级程序中只是将需要快速处理的换刀程序信号做了一个收集，没有顺序动作，包括以下处理内容：

1. 机械手返回点、中间点、停止点的程序分析

1）K0003.1 用来设定机械手接近开关的类型，当接近开关使用动合触点时，设定 K0003.1 为 1，使用动断触点时，设定 K0003.1 为 0。三段程序处理机械手返回点、中间点、停止点的信号。

2）该机床的换刀机械手采用凸轮机构，动作快，机械手位置信号都是窄脉冲信号，将这些信号的处理放在一级程序，保证每 8ms 有一次刷新。

3）机械手有两个中间停止点，60°和 180°两个位置：在 60°位置时，机械手电动机继续旋转但机械手不转，而执行机械手向下拔刀；在 180°位置时，机械手电动机继续旋转机械手不转，而执行向上装刀。用一个接近开关配合两个检测挡块，当机械手转到这两个位置时 R0529.0 均为 1。

手臂返回点、中间点、停止点梯形图，如图 9-10 ~ 图 9-12 所示。



图 9-10　手臂返回点梯形图

2. 机械手离开停止点（见图 9-13）

R0529.2 处理的是机械手离开停止点的状态，表示机械手已开始转动，后面程序中处理



图 9-11　手臂中间点梯形图



图 9-12　手臂停止点梯形图

机械手 60°旋转到位、180°旋转到位等都用到了这个信号。当机械手旋转 60°、180°延时到达后将 R0529.2 复位。K0007.6 为 1 时设定机械手的停止点使用 60°和 180°到达信号。

当 K0007.6 为 0 时，使用主轴刀具夹紧松开标志信号。

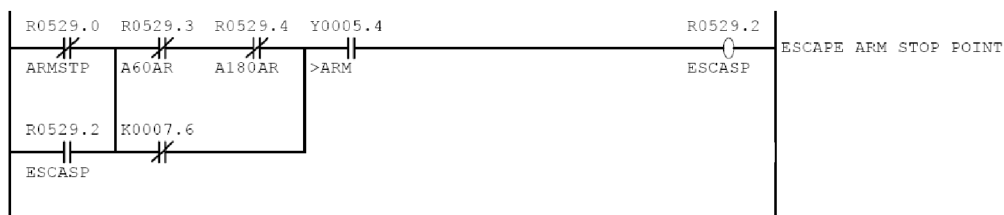


图 9-13　机械手离开停止点梯形图

3. 机械手旋转到 60°、180°位置（见图 9-14）

在机械手旋转到 60°和 180°时，机械手电动机继续旋转，但是根据凸轮的结构，机械手停止旋转，开始机械手拔刀、装刀动作。以下程序处理机械手 60°、180°的到达信号，程序的原理是，在自动换刀步骤中（第二步 A2 – R0540.1；第四步 A4 – R0540.4；第六步 A6 – R0541.0），机械手从离开停止点 R0529.2 到检测到机械手停止信号 R0529.0，即是到达了 60°、180°位置。这些位置到达信号的一个目的是用于启动下一个换刀步骤，另一个目的是控制机械手电动机的旋转。

4. 主轴刀具夹紧、松开故障处理

在机械手转到 60°时检测是否有主轴刀具松开 X0002.1 的错误信号，如图 9-15 所示。

在机械手转到 180°时检测是否有主轴刀具夹紧 X0002.0 的错误信号，如图 9-16 所示。

5. 主轴刀具松开处理

主轴刀具松开包括自动刀具松开和手动刀具松开，根据自动换刀动作在机械手旋转 60°时到达、拔刀过程、换刀过程、机械手装刀过程自动刀具松开。

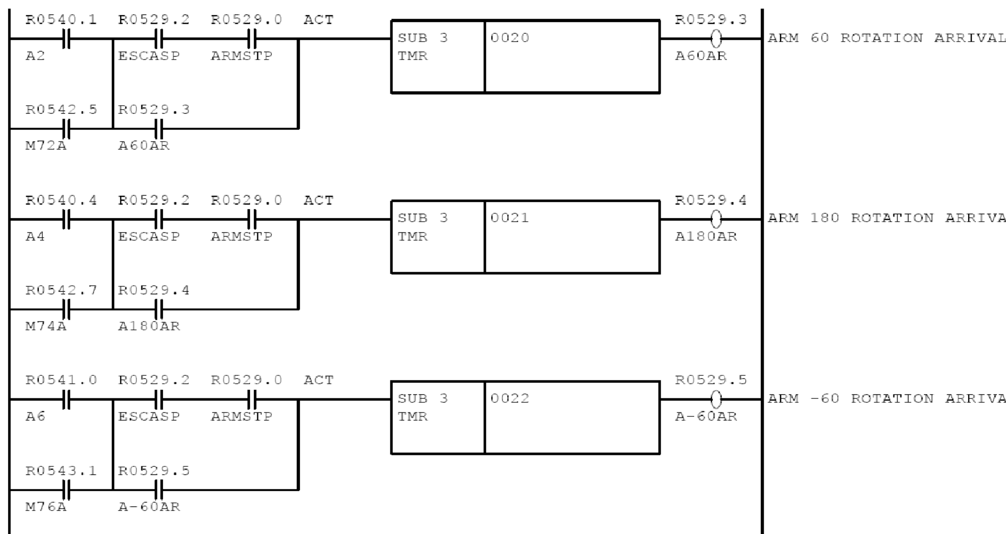


图 9-14　机械手 60°和 180°位置到达梯形图



图 9-15　主轴刀具 60°时是否松开

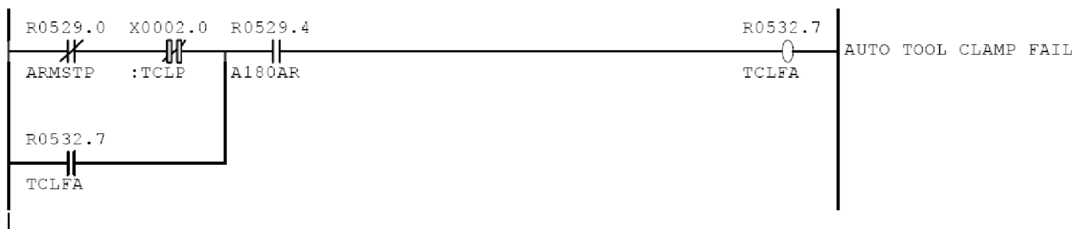


图 9-16　主轴刀具 180°时是否松开

而手动刀具松开是手动方式下，按送到按钮来执行的。

从程序中分析，自动刀具松开是在第二步骤 R0540. 1 情况下，当机械手旋转到达 60° R0529. 3 后启动。当机械手再旋转 180° R0529. 4 到达后，下一个动作是主轴刀具夹紧。

自动刀具松开 R0538. 0 或手动刀具松开 R0537. 7 时，输出主轴刀具松开 Y0006. 3。加工中心的主轴刀具夹紧机构在刀具夹紧时，是通过蝶形弹簧的弹力来保持的。当松刀时，增压气缸活塞杆伸出压缩蝶形弹簧，使松刀机构松开刀具。控制气缸换向的电磁阀是单作用阀，所以没有刀具夹紧的输出信号。

主轴刀具自动换刀方式下松开如图 9-17 所示，自动及手动主轴松刀输出如图 9-18 所示。

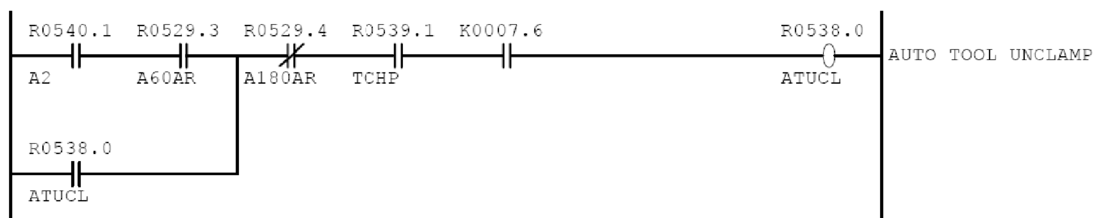


图 9-17　主轴刀具自动换刀方式下松开



图 9-18　自动及手动主轴松刀输出

6. 机械手电动机旋转处理

根据自动换刀的顺序过程，组合出在哪一个步骤机械手电动机需要旋转，通过或逻辑完成。

M95 是机械手故障检查指令，R0544. 5 用于检测机械手是否在停止位置，如果不在正确的停止位置，执行 M95 指令时机械手继续旋转到正确位置。K0007. 6 为 1 时设定机械手的停止点使用 60°和 180°到达信号，当 K0007. 6 为 0 时，使用主轴刀具夹紧松开标志信号。机械手电动机（旋转）输出条件如图 9-19 所示。

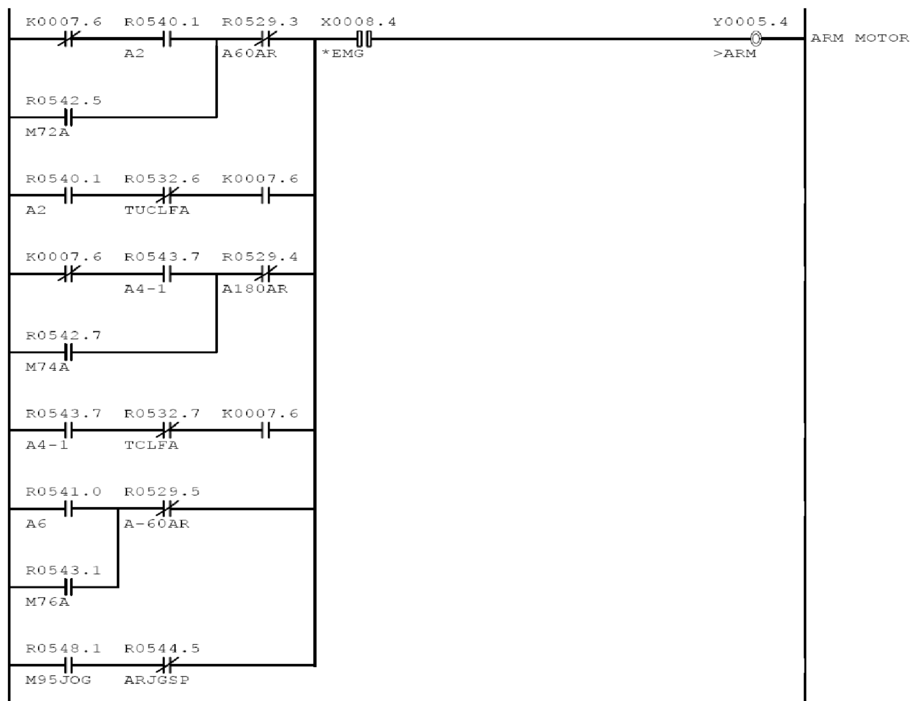


图 9-19　机械手电动机（旋转）输出条件

7. 刀库计数处理

刀库计数处理程序，X0004.5 为计数开关输入地址，由 K0005.7 来设定选用其动合触点或动断触点，用典型的上升沿、下降沿处理程序获得计数脉冲（R0530.1 为上升沿信号，R0531.7 为下降沿信号），使用基本逻辑指令编辑上升沿和下降沿指令比使用上升沿和下降沿功能指令节省程序的处理时间。

R0500.0 为置 1 逻辑，用于给计数器的控制条件赋值。刀库计数脉冲处理如图 9-20 所示。

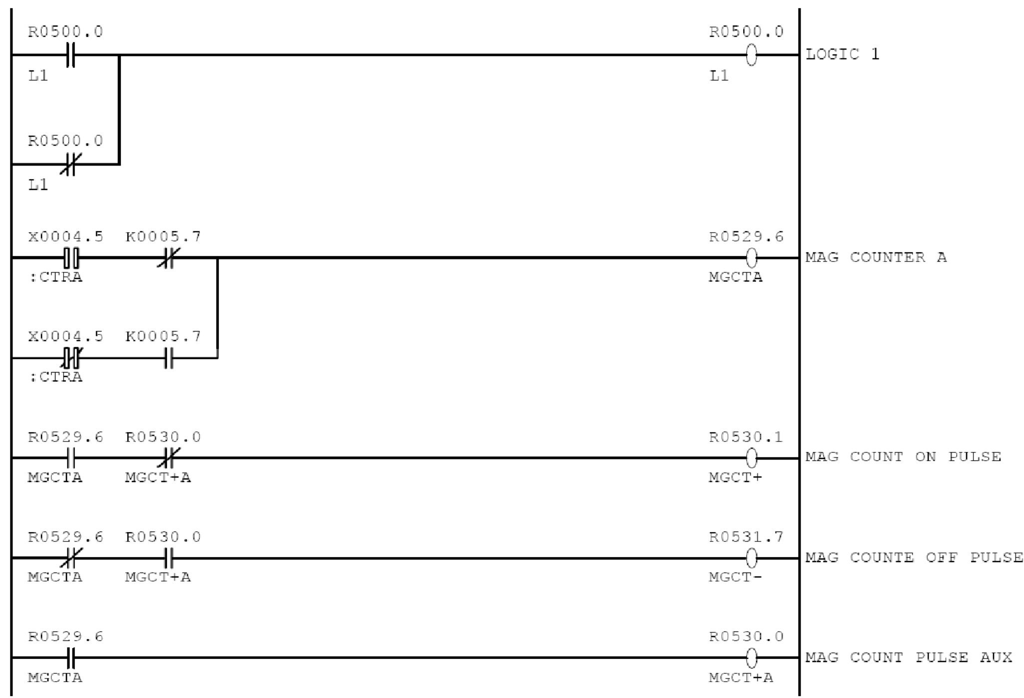


图 9-20　刀库计数脉冲处理

刀库计数（见图 9-21）说明如下：

① 计数器的初始值为 1（R0500.0），根据刀库的旋转方向（R0531.3）来决定是正计数还是负计数。

② 不对计数器进行复位（R0500.0）。

③ 刀库正转（R0531.0）或反转（R0531.3）时，对计数开关脉冲（R0530.1）进行检测计数。

④ D0110 是计数器的预设值，也就是刀库容量。

⑤ D0100 记录的是当前的刀套号。

8. 刀库旋转处理

以下为刀库正转控制：R0530.4 为刀库手动正转启动，R0536.0 为刀库自动正转启动，由检索程序判别，指定刀库正转启动，如图 9-22 所示。

以下为刀库反转控制：R0530.5 为刀库手动反转启动，R0536.1 为刀库自动反转启动，由检索程序判别，指定刀库反转启动，如图 9-23 所示。

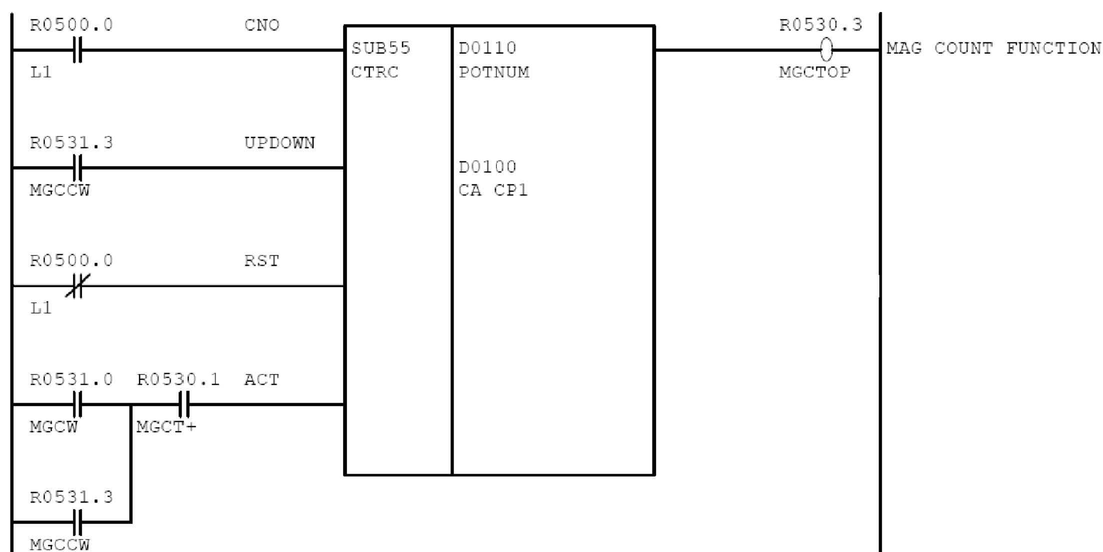


图 9-21　刀库计数

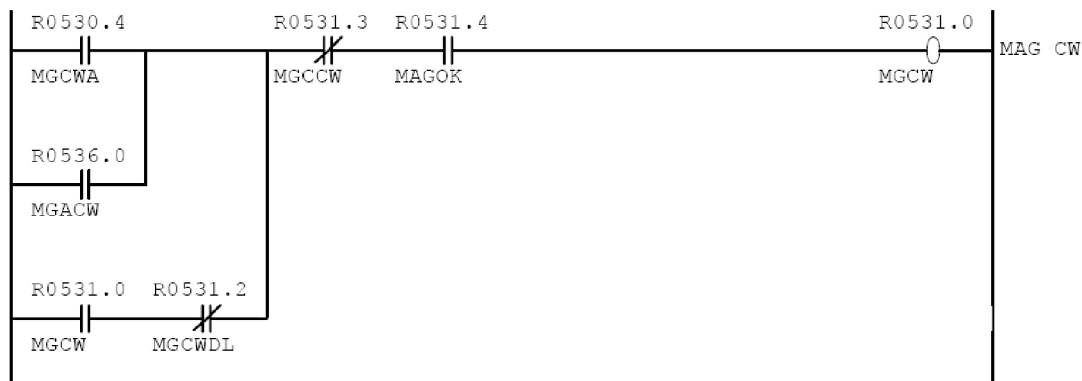


图 9-22　刀库正转控制

9.2.2　二级程序中换刀程序的分析

1. 刀库手动旋转控制

包括刀库准备处理、手动正转/反转。

刀库准备好信号条件包括：机床准备好 F0001.7、急停信号 G0008.4、刀库错误条件 R0536.5、刀库换刀位置刀套在抬起位 R0539.3，如图 9-24 所示，如图 9-25 所示。

刀库手动正、反转控制条件包括：不在刀具检索过程中 R0534.2，在手动方式 R0513.1、按刀库旋转按钮 R0584.3、按刀库正转按钮 R0577.0，如图 9-25 所示。

刀库正转启动程序，按刀库手动启动按钮，刀库正转；当刀库电动机开始正转后，R0530.4 被复位。执行的结果是按刀库正转按钮，刀库转位；松开按钮后，刀库再转一个刀套位，如图 9-26 所示。

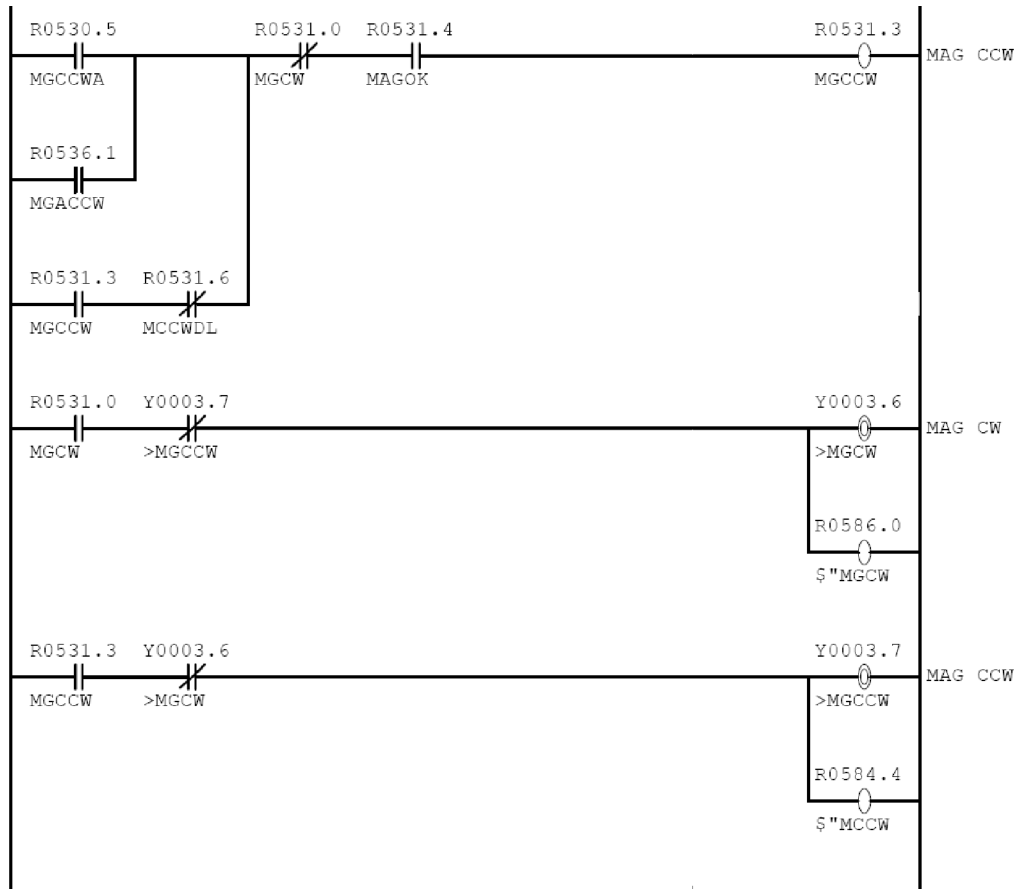


图 9-23　刀库反转控制

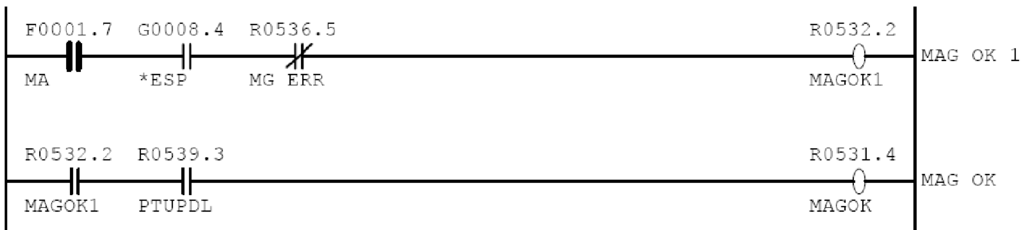


图 9-24　刀库准备好信号

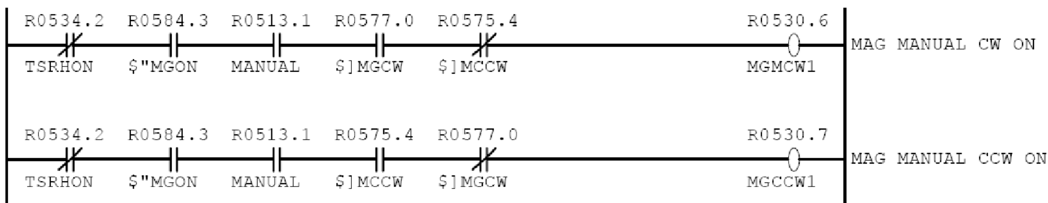


图 9-25　手动方式下刀库正、反转控制

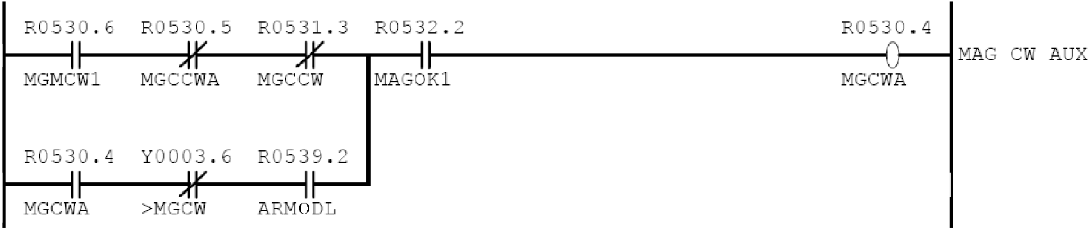


图 9-26　刀库正转

刀库反转启动程序，按刀库手动反转按钮，刀库反转；当刀库电动机反转运行后，R0530.4 被复位。执行的结果是按刀库反转按钮，刀库转位；松开按钮后，刀库再转一个刀套位，如图 9-27 所示。

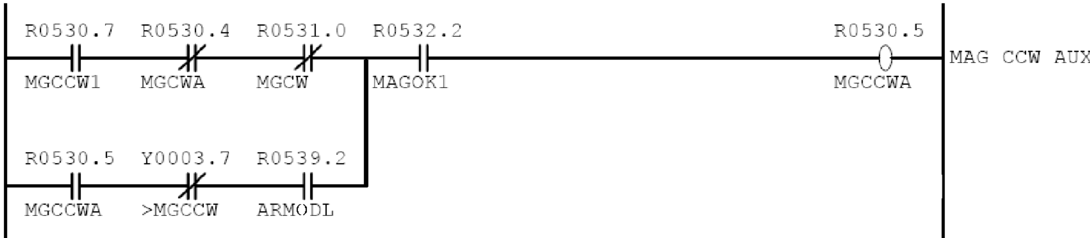


图 9-27　刀库反转

2. 换刀时刀具表的处理

刀具表的处理流程如图 9-28 所示。

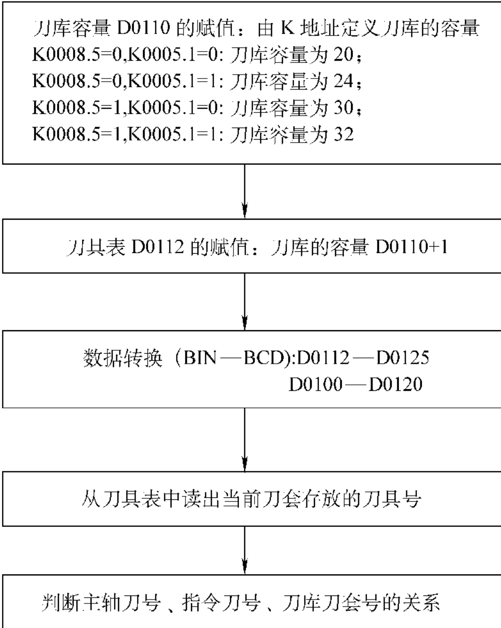


图 9-28　刀具表处理流程

1）刀具容量赋值：K0008.5、K0005.1 用于设定刀库容量：K0008.5 = 0、K0005.1 = 0，

刀库容量为 20；K0008. 5 = 0、K0005. 1 = 1，刀库容量为 24；K0008. 5 = 1，K0005. 1 = 0，刀库容量为 30；K0008. 5 = 1，K0005. 1 = 1，刀库容量为 32。NUMEB 为定义二进制常数指令，在程序中指定数据格式为 2B，将指定的数据赋值到 D0110，D0110 存储刀库容量数据，如图 9-29 ~ 图 9-32 所示。

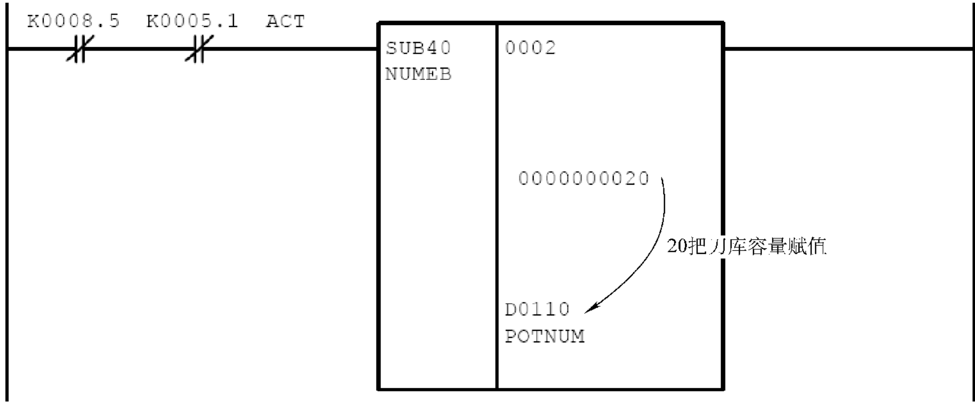


图 9-29　刀库容量 20 把刀设定

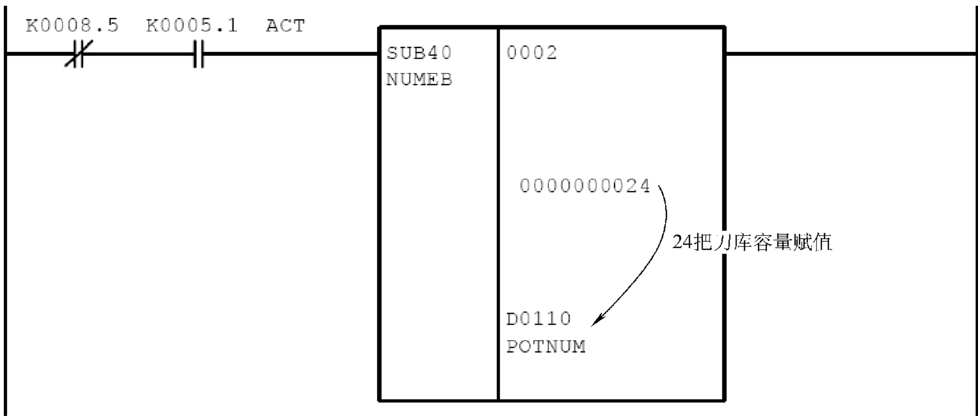


图 9-30　刀库容量 24 把刀设定

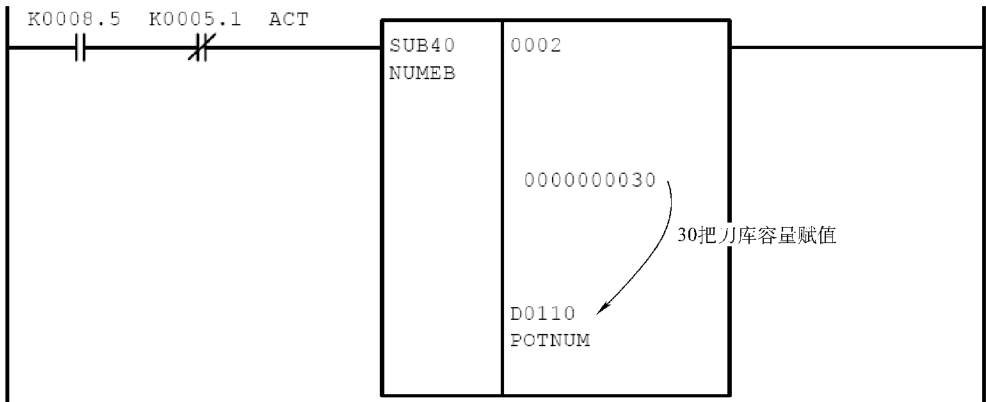


图 9-31　刀库容量 30 把刀设定

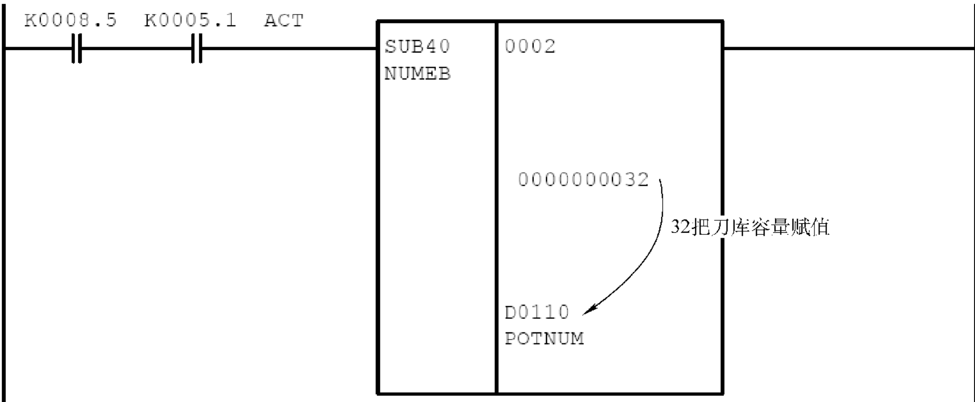


图 9-32　刀库容量 32 把刀设定

2）刀具表的赋值：D0110 定义刀库容量，D0112 定义为刀库容量 +1，其作用是为刀具表容量赋值，D0112 为刀具表长度，这样在刀具表 D0112 中，D0000 可存储主轴刀号，D0001 存储一号刀套的刀具号。以此类推，直到最后一个刀套。刀库容量 +1 如图 9-33 所示。

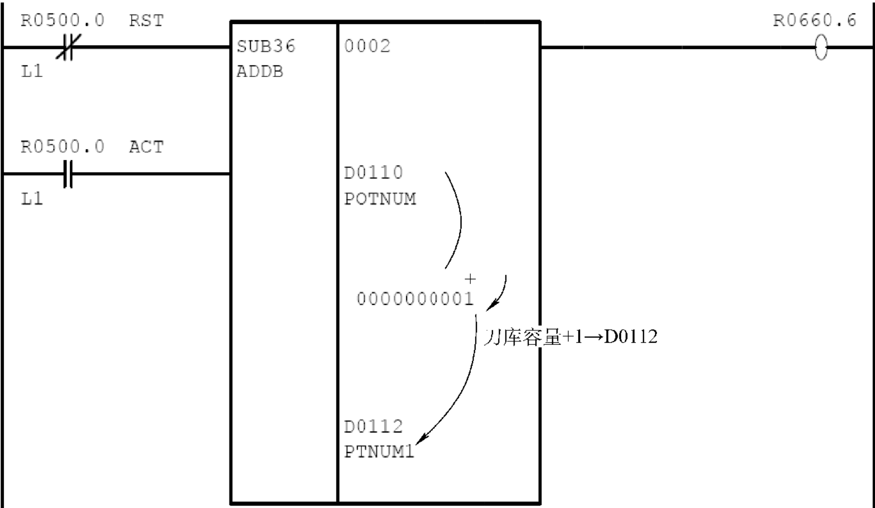


图 9-33　刀库容量 +1

3）数据转换：进行 BIN—BCD（二进制 - BCD 码）的转换，主要用于 COIN（一致性比较）指令，COIN 指令只能进行 BCD 码的一致性判别。D0125 的数据是刀具表的最大值，用来判别主轴刀号、待位刀号是否为空刀号，如图 9-34 所示。

4）对当前刀套号 D0100 进行 BCD 码转换成 D0120，用于对当前刀套号内刀具号码的检索判别，如图 9-35 所示。

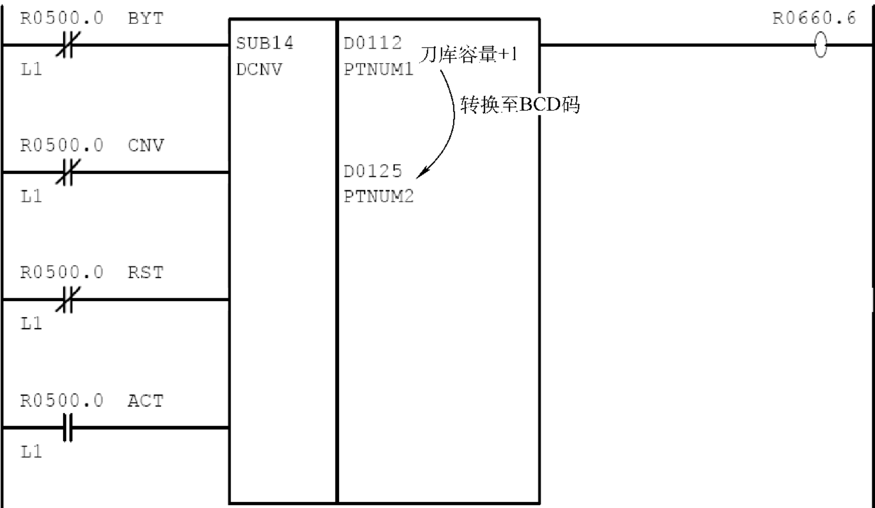


图 9-34　刀库容量 +1 代码转换

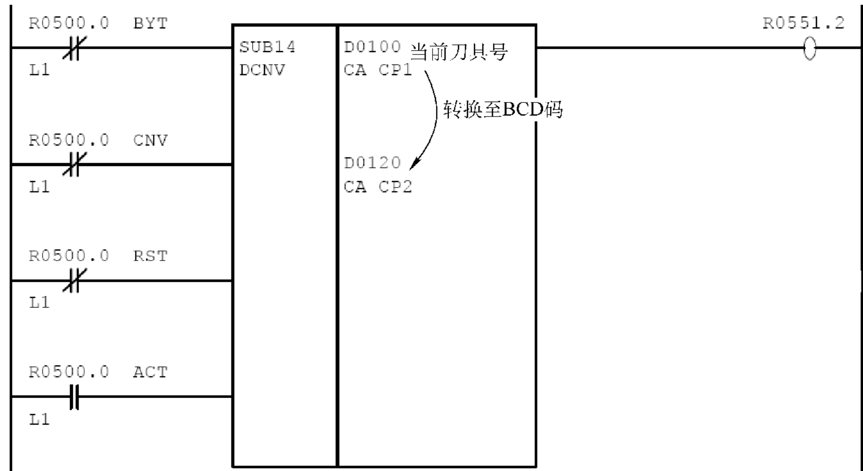


图 9-35　当前刀号（刀库换刀位的刀号）代码转换

5）读出当前刀套内的刀具号：XMOVE 指令为二进制编址数据传送指令，在这里这条指令从刀套表里读出当前刀套安装的刀具号，D0112 是刀套表的容量，D0000 是刀套表的首地址，D0100 是当前刀套号码，按照此号码，在刀套表中找出对应的刀具号，写到 R0587，如图 9-36 所示。

6）判断主轴刀具号、指令刀具号、刀库刀套号的关系，再换刀时，使用到这些判断条件，如图 9-37 ~ 图 9-39 所示。

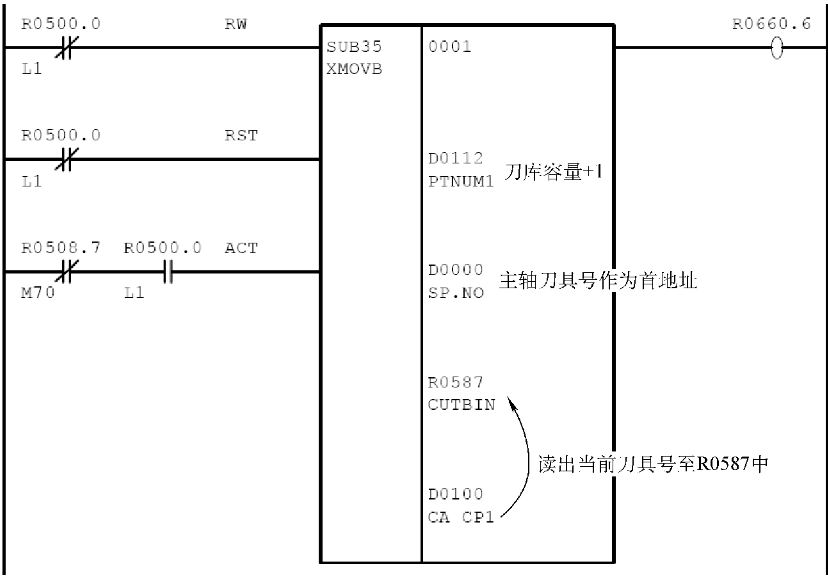


图 9-36　从 D0100 中读出当前刀具号并写到中间存储器 R0587 中

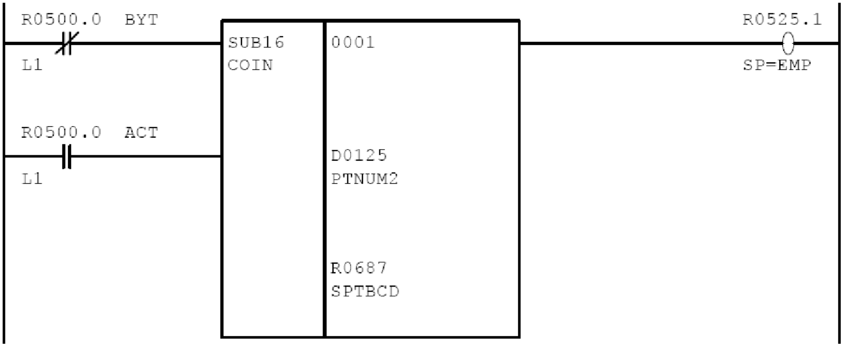


图 9-37　判断主轴是否是空刀

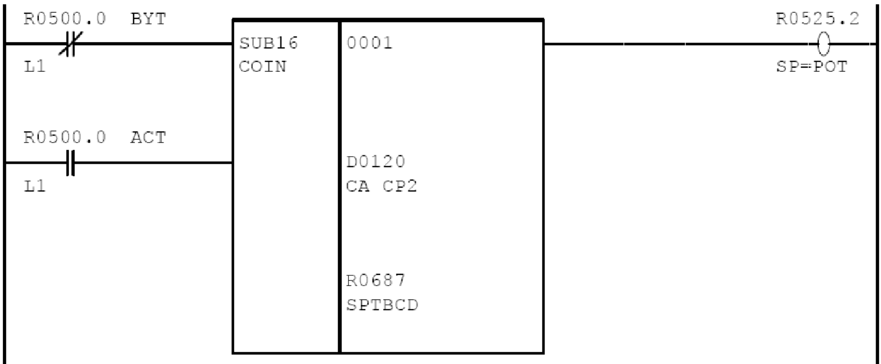


图 9-38　判断主轴刀具号是否等于指令刀具号

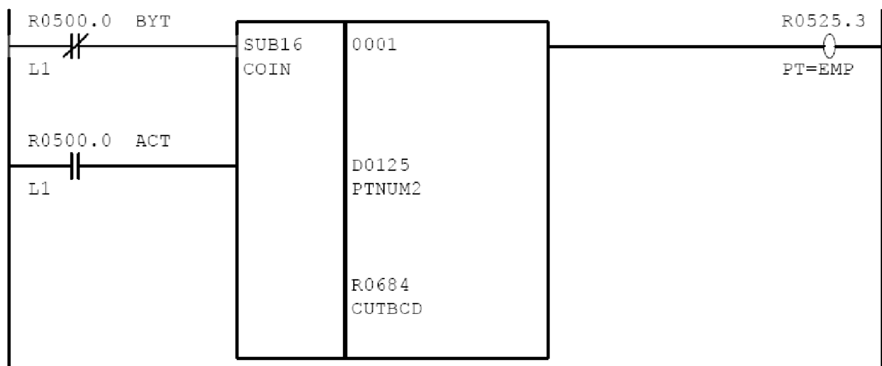


图 9-39　判断刀套内是否有刀

3. 刀具检索处理

当执行 T 指令时，PMC 首先在刀具表内检索出 T 指令的刀具存放在哪一个刀套内，刀具检索处理的流程如图 9-40 所示。

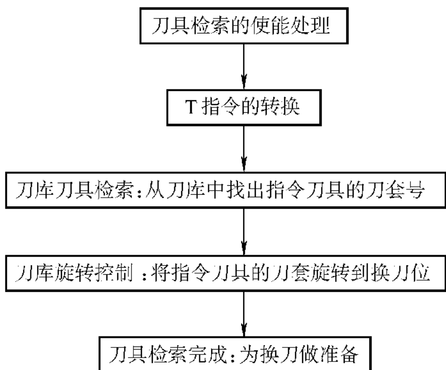


图 9-40　刀具检索处理流程

1）刀具检索使能处理：检索使能条件包括刀套在抬起位 R0539.4、刀库停止状态 R0532.1、刀库没有报警 R0536.5、换刀没有报警 R0544.2。数控发出 T 指令 F0007.3 后，启动 R0534.0 并保持住，当检索的刀具在刀库换刀位刀套位置 R0535.4 或指令刀具在主轴上时，检索使能复位，如图 9-41 所示。

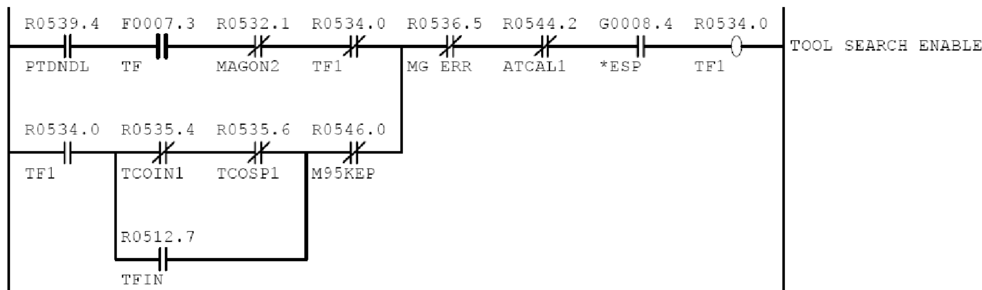


图 9-41　刀具检索使能条件

2）T 代码的转换，该条指令完成刀具指令代码的 BIN（二进制）到 BCD 码的转换，为后面进行指令刀具与检索到的刀具进行一致性判别指令做准备，如图 9-42 所示。

3）DSCHB 为二进制检索指令，在程序中检索指令刀具所在的刀套号，D0112 指定刀具表的大小，D0000 定义刀具表的首地址，F0026 指定刀具号，R0690 存储检索出指令刀具所在的刀套号码，如图 9-43 所示。

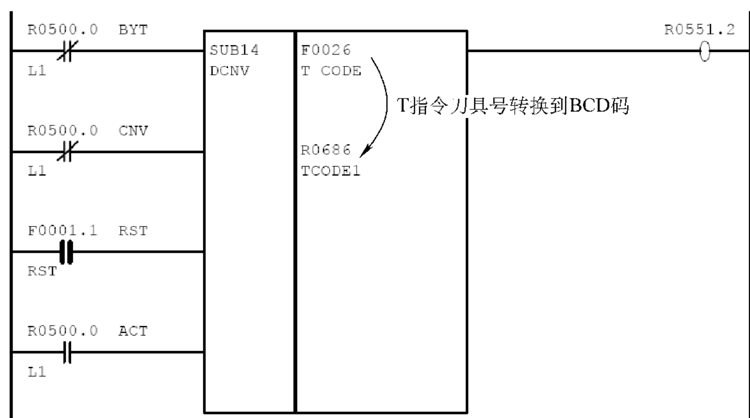


图 9-42　刀具代码转换 BIN—BCD 码转换

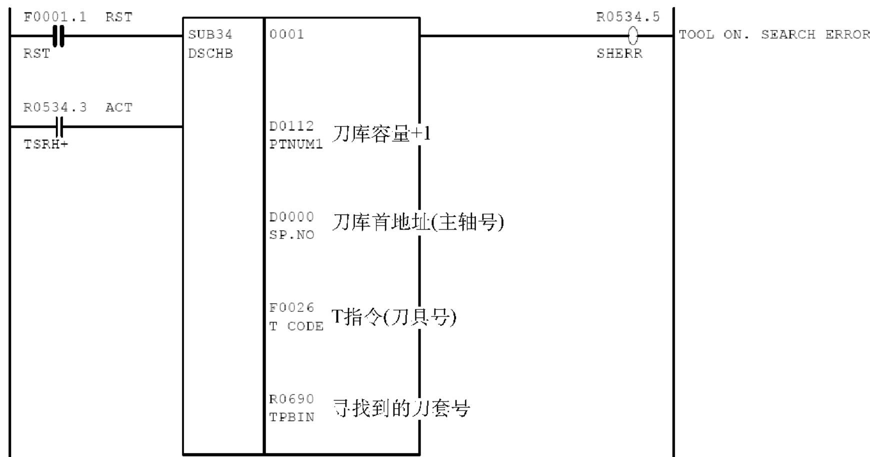


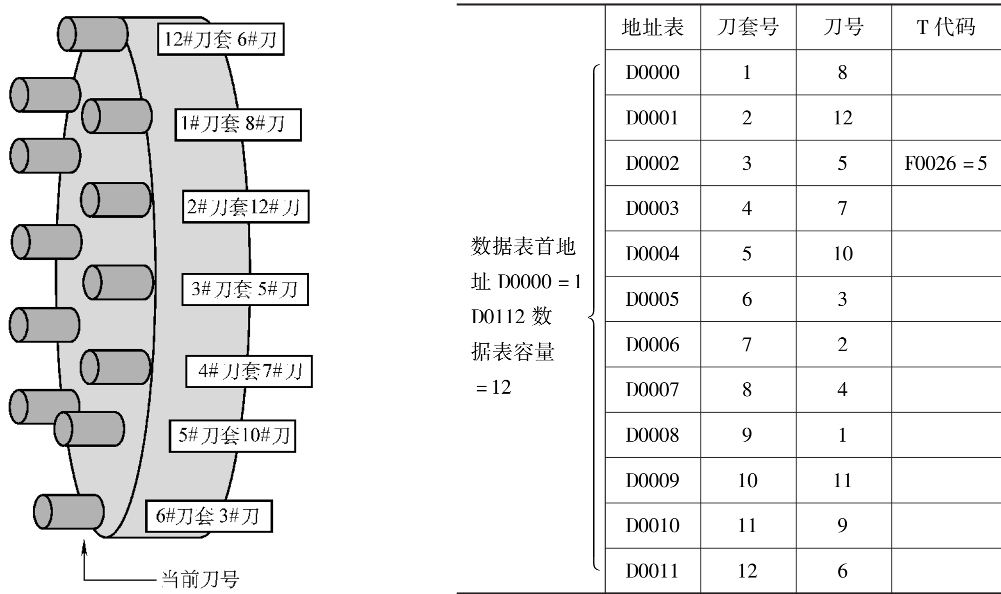
图 9-43　刀具检索程序块

图 9-44 所示为随机换刀事例，所谓随机换刀，刀套号与刀具号不是一一对应的。但是通过刀具表管理，可以随时找到需要的刀具号，这一工作就是通过图 9-43 中的 DSCHB 程序块完成的，具体执行如下：

例如，指令输入 T5，希望调用 5#刀，从图 9-44 左图可以看出，5#刀在 3#刀套中，根据图 9-43 二进制数据检索程序块在刀具数据表中进行检索（参照图 9-44 后侧），检索数据在以 D0000 为首的地址表里，并且地址表长度 = 12（在 D0112 中定义 = 12），即 D0000 ~ D0011。开始执行检索后（需要激活图 9-43 中的 ACT R0534.3），程序在表中检索到 5#刀存放在 3#刀套中（地址表地址为 D0002），并将 3#刀套的信息存放在寄存器 R0690 中作为目标刀套号。参照图 9-44 左侧图示，可以知道当前刀套号 = 6，而希望调用的 5#刀在 3#刀套中，下一步需要将刀库从目前的 6#刀套经 5#刀套、4#刀套转到目标刀套——3#刀套，这样机械手就可以取出 3#刀套中的 5#刀具，完成换刀动作。转动刀库的程序块参见图 9-46 和图 9-50 所示两个模块的介绍。

4）DCNV 数据转换：进行数据 BIN—BCD 码的转换，转换的数据用于判断指令刀具所

在的刀套号与待位的刀套号是否一致，即为一致性判断作准备，如图 9-45 所示。



地址表	刀套号	刀号	T 代码
D0000	1	8	
D0001	2	12	
D0002	3	5	F0026 = 5
D0003	4	7	
D0004	5	10	
D0005	6	3	
D0006	7	2	
D0007	8	4	
D0008	9	1	
D0009	10	11	
D0010	11	9	
D0011	12	6	

图 9-44　随机换刀刀具表

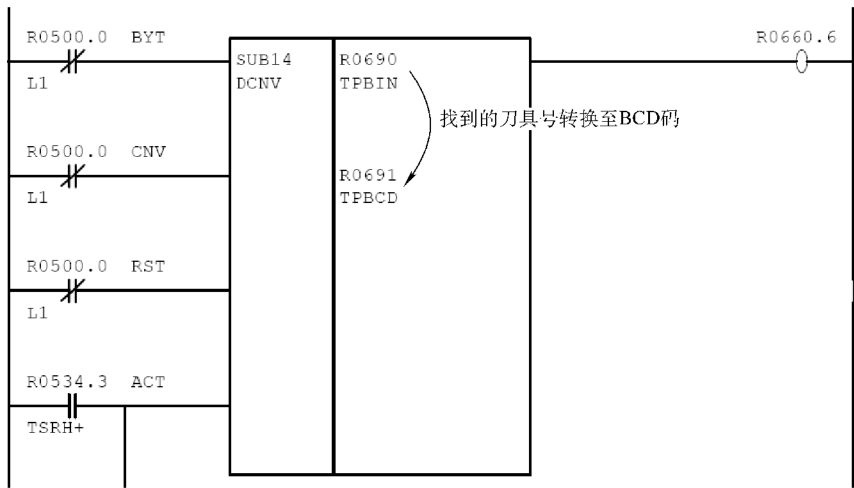


图 9-45　数据转换——为一致性判断作准备

5）采用旋转指令通过二进制方向判断：D0110 为刀库容量，D0100 为当前刀库计数值，R0690 为目标刀套地址，也就是在图 9-43 和图 9-44 中，根据 T 指令找到的目标刀套号。R0689 为刀具刀套号的前一个刀具号地址，R0534. 7 为刀具检索启动信号，如图 9-46 所示。

实际运行时，图 9-46 中的 D0110 为数据表容量，也即刀库容量。D0100 为当前刀套号，每转动一个刀具位置，该数据就会刷新一次，从图 9-44 的举例可以看出，D0100 中的数据应该从 6→5→4→3 的顺序变化。ROTB 指令输出 R0535. 0 = 0 时，刀库正转；R0535. 0 = 1 时，刀库反转，如图 9-47 所示。

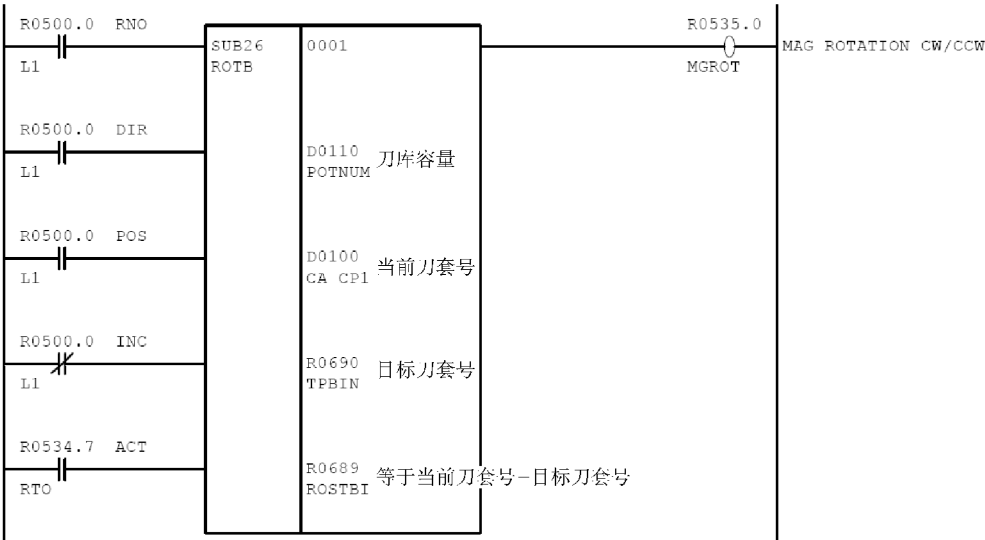


图 9-46　旋转指令控制

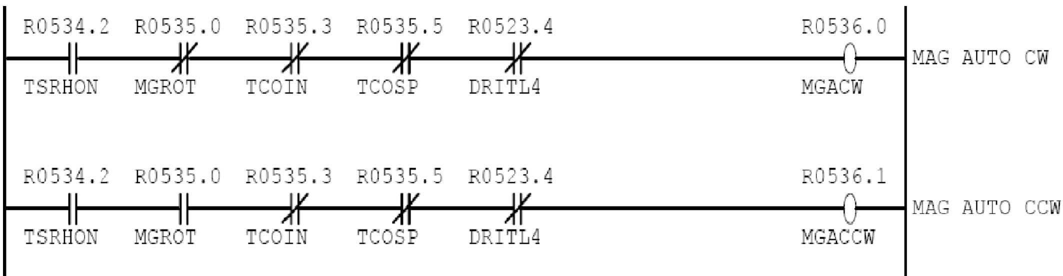


图 9-47　刀库旋转指令输出

6）数据转换：用于判断指令刀具所在的刀套号的前一个刀具号与计数刀套号是否一致，如图 9-48 所示。

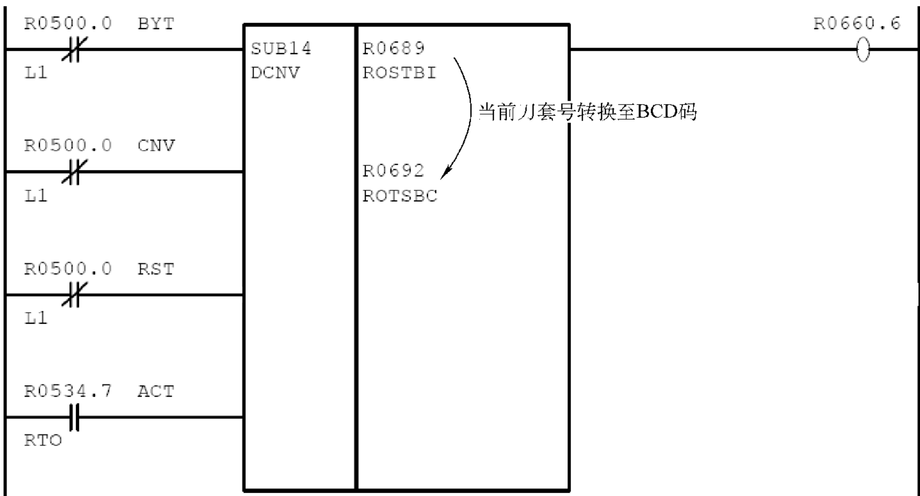


图 9-48　当前刀套号转换至 BCD 码

7）判断刀库实际计数刀套号与指令刀具刀套号的前一个刀号是否一致，如果一致刀库开始减速，如图 9-49 所示。

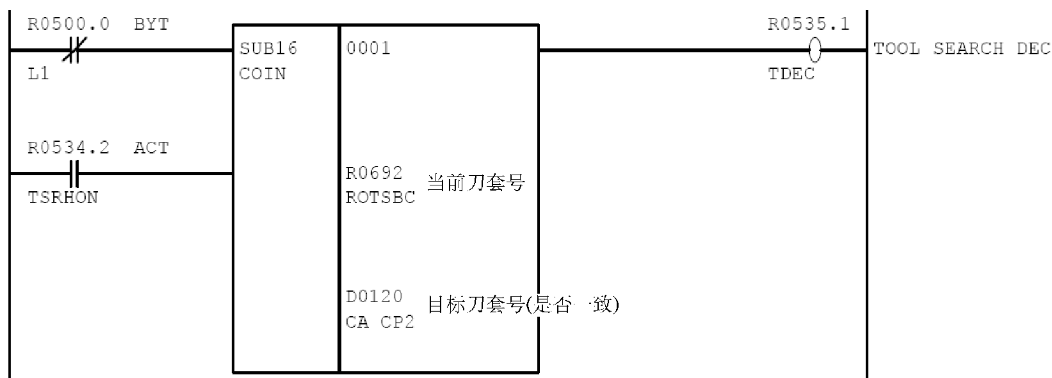


图 9-49　刀库每旋转一位进行一次一级性判断

8）刀库旋转减速保持，由刀库旋转到位（指令与实际刀具一致）断开，如图 9-50 所示。

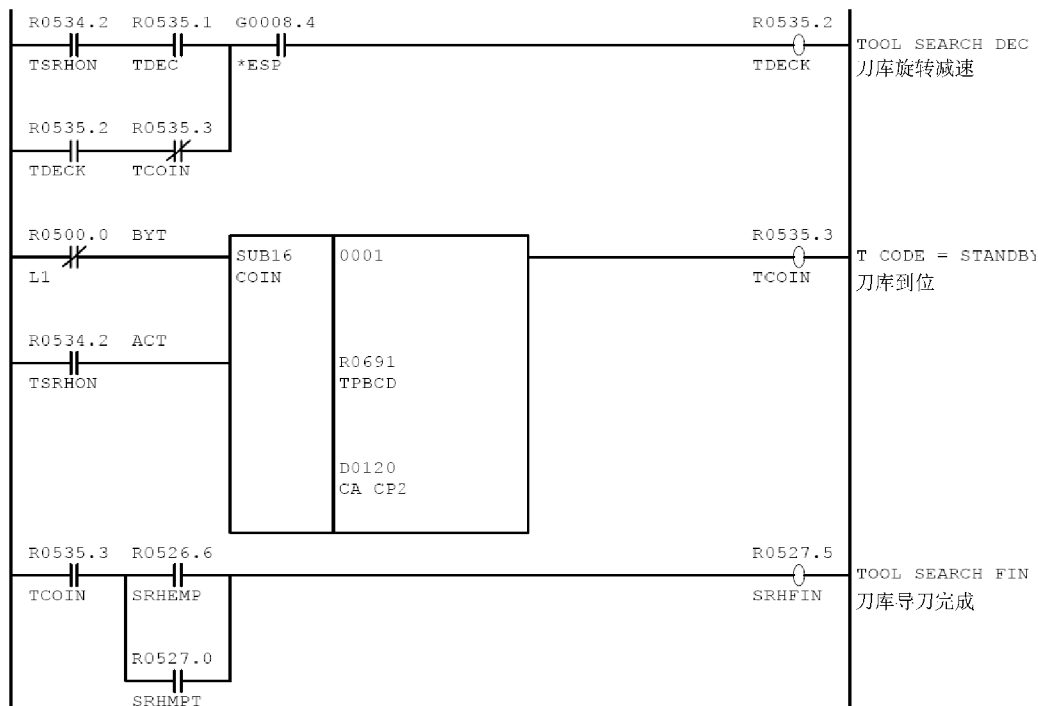


图 9-50　刀具寻找完成

上面 3. 中 1）~8）详细介绍了刀具检索的过程，也即刀库找刀的过程，这种检索寻找的方式是与其他 PLC 程序最大不同之处，也是初学 FANUC 系统的学员最困惑的地方，所以正确理解这些内容是非常重要的，应正确理解 FANUC 检索刀具程序的关键——理解 FANUC

PMC 程序块 SUB34 – DSCHB（程序块说明参照第 3 章 3.2.34 节相关内容）以及程序块 SUB26 – ROTB（程序块说明参照第 3 章 3.2.13 节相关内容）。

下面介绍机械手换刀的过程，这部分程序与其他 PLC 没有本质的区别。

4. 换刀过程

换刀过程是一个顺序动作的过程，换刀程序是按照顺序程序编程的格式进行编程的。先将整个换刀过程进行分析，分成 7 个过程，这 7 个过程依次进行，相互衔接。当前过程进行时，为下一个过程作准备；当前过程的任务完成，作为下一个过程的触发条件，触发下一个过程，同时断开上一个过程。整个换刀的流程如图 9-51 所示。

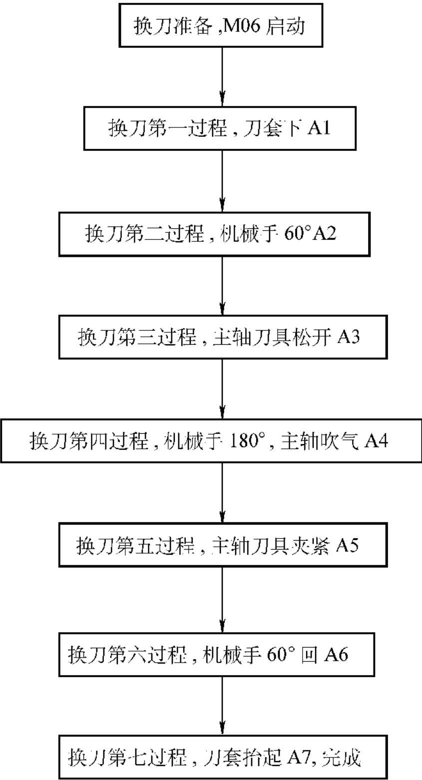


图 9-51　机械手换刀 7 个步骤流程

各步骤执行的触发条件及动作分析见表 9-1。

表 9-1　各步骤执行的触发条件及动作分析一览表

步骤号	触发条件	动作
步骤 1 刀套下 R0540.0（A1）	换刀的准备内容、ATC 在待位状态 R0539.7	刀套落下 Y0005.0 主轴刀具夹紧 R0542.2
步骤 2 机械手旋转 60°R0540.1（A2）	R0545.3 刀套落下到位	刀套落下 Y0005.0 机械手电动机旋转 主轴刀具夹紧 R0542.2
步骤 3 主轴刀具松开 R0540.3（A3）	R0533.3 机械手中间点保持	刀套落下 Y0005.0 主轴刀具松开 R0542.3

（续）

步骤号	触发条件	动作
步骤 4 机械手旋转 180°R0540. 4（A4）	F0045. 7 主轴定向 R0539. 6 主轴刀具松开 R0539. 1 机床在刀具交换点	刀套落下 Y0005. 0 机械手电动机旋转 主轴刀具松开 R0542. 3 主轴吹气清洁
步骤 5 主轴刀具夹紧 R0540. 7（A5）	R0533. 3 机械手在中间点	刀套落下 Y0005. 0 主轴刀具夹紧 R0542. 2
步骤 6 机械手 60°返回 R0541. 0（A6）	R0539. 5 主轴刀具夹紧	刀套落下 Y0005. 0 机械手电动机旋转 主轴刀具夹紧 R0542. 2
步骤 7 刀套抬起 R0541. 1（A7）	R0533. 7 机械手到达返回点	刀套抬起 Y0005. 1 主轴刀具夹紧 R0542. 2

注：刀套抬起落下使用双向电磁阀控制，主轴刀具夹紧使用单向电磁阀控制。

程序分析如下：

1）换刀准备：换刀启动，PMC 程序对 M 代码进行译码，执行 M06 代码启动换刀，R0500. 7 是对 M06 译码后的信号，执行 M06 指令时，R0500. 7 为 1。图 9-52 所示是换刀使能信号处理程序。



图 9-52　换刀使能信号处理

图 9-53 所示为刀库准备信号处理程序，这些信号包括：没有换刀报警 R0544. 2——没有机械手错误；R0536. 5——没有刀库报警；F0045. 0——数控系统准备好；R0518. 0——齿轮换挡 OK；R0516. 0——NC 准备好；R0538. 1——刀库没有旋转；R0543. 6——刀库到位；R0535. 5——没有指令刀号与主轴刀号不一致现象。

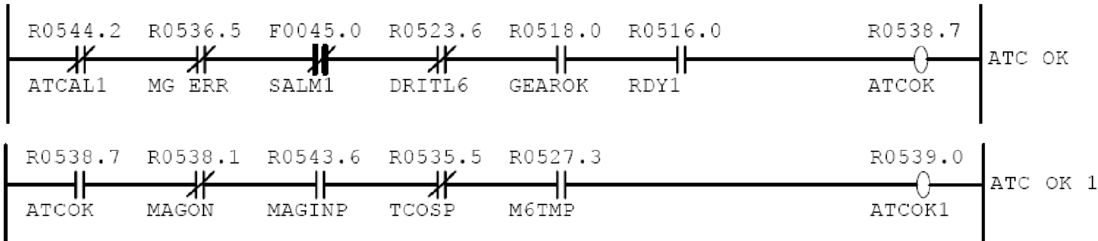
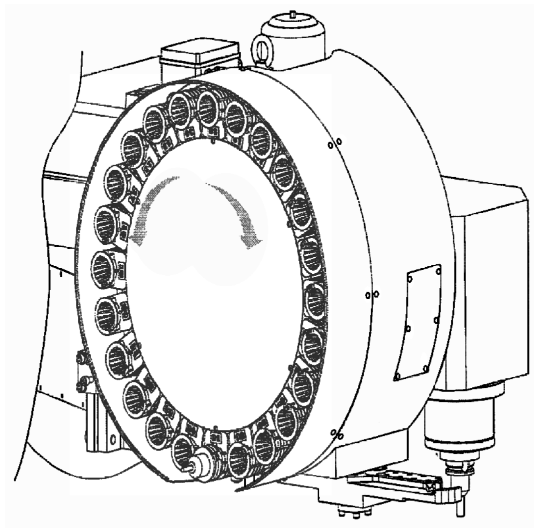


图 9-53　刀库准备信号处理

当 ATC（Automatically Tool Change 自动换刀）OK 后说明刀库准备好了，如图 9-54 所示。



刀库准备好：
ATCAL1 非——没有机械手报警
MG ERR 非——没有刀库错误
SALM1 非——没有系统报警
DRITL6 非——不在刚性攻螺纹状态
GEAROK——齿轮换挡 OK
RDY1——机床准备
M6TMP——M06 换刀指令临时存储
满足上述条件后，ATC OK，ATC OK1
刀库处于准备状态

图 9-54　刀库准备好——ATC OK

图 9-55 所示为换刀准备条件之一，机床回到刀具换刀点确认（只有当机床回到第一或第二参考点时才可以执行换刀操作）。

K0016.1 设定使用第一或第二参考点作为换刀点，K0001.1 可设定是否使用 X/Y 参考点。

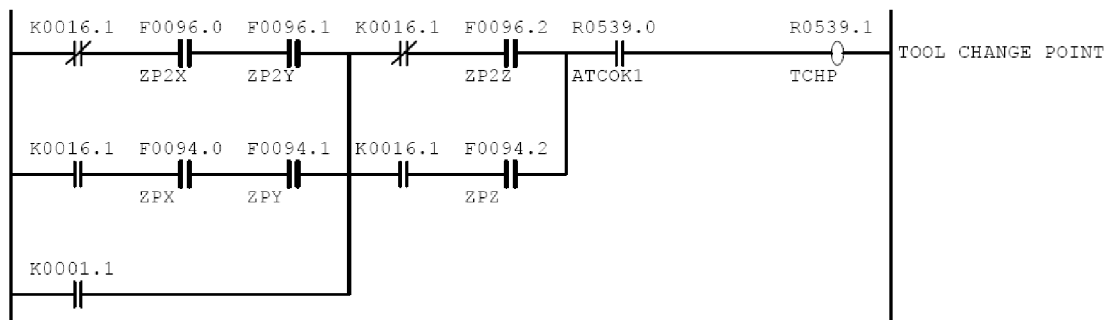
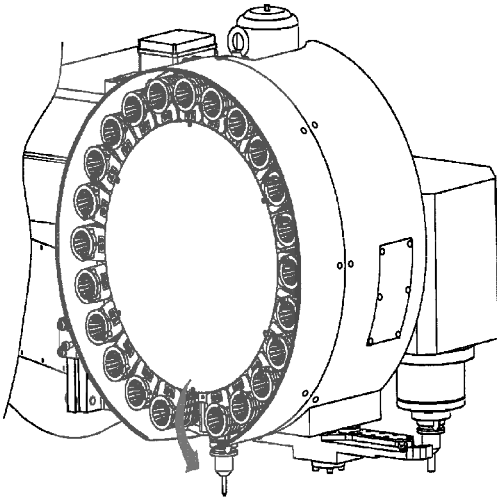


图 9-55　刀库是否在参考点

2）换刀开始，以顺序编程的方式编写各个换刀步骤，具体如下：

① 步骤一：刀套下 R0540.0（A1）。R0539.7 为换刀的启动条件，包括换刀的准备内容、ATC 在待位状态，当 R0539.7 条件满足，为 1 时，R0540.0 为 1，并自锁。当第一个环节完成后，R0540.1（A2）、R0540.0 被复位。R0545.3 刀套落下到位为第二个环节的触发条件，如图 9-56 和图 9-57 所示。

② 步骤二：机械手旋转 60°R0540.1（A2）。R0540.0 为第一个环节，作为第二个环节的准备条件，R0545.3 为触发条件，如图 9-58 和图 9-59 所示。



机械手换刀步骤一：

刀库刀套下——R0540. 0 （A1）= 1

前提条件：

R0539. 7——换刀的启动条件

R0539. 1——刀具在换刀点

R0540. 1 非——步骤二禁止

R0541. 7 非（STEP6）——换刀过程没有结束

R0542. 1 非（ATFIN1）——换刀完成信号没有激活

X0008. 0——刀套落下开关触发

R0539. 4——刀套落下延时

F0045. 7——主轴定向完成

图 9-56　换刀动作第一步——刀套下

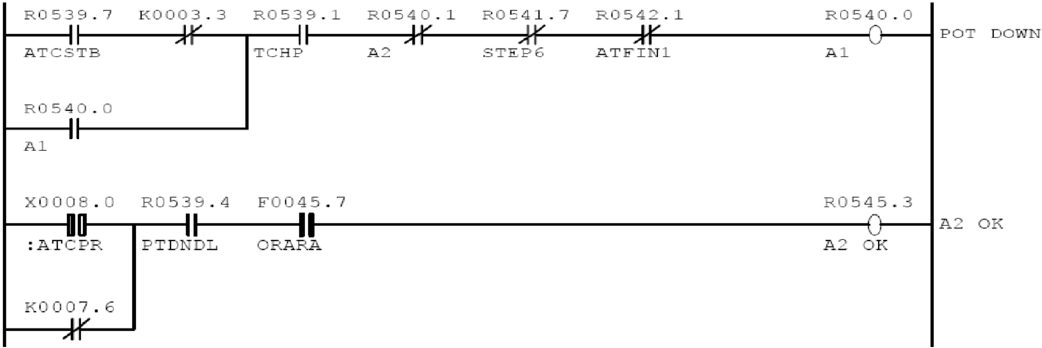
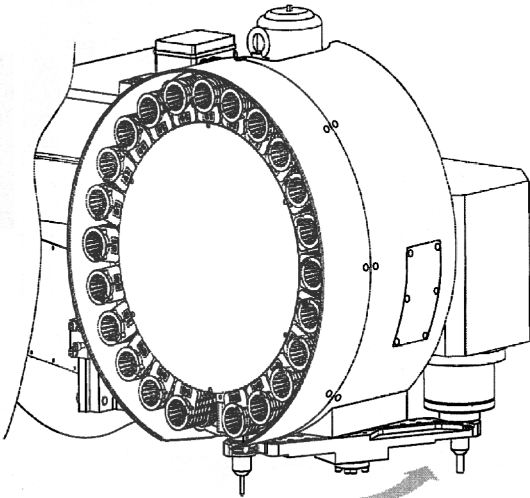


图 9-57　刀套下条件——PMC 程序处理



机械手换刀步骤二：

机械手 60°抓刀——R0540. 1 （A2）= 1

前提条件：

R0540. 0——第一步完成（刀套下）

R0545. 3——A2 OK

R0539. 1——刀具在换刀点

R0540. 3 非——步骤三禁止

R0540. 2——刀套拉钉松开

R0529. 0 非——机械手不在停止点

R0540. 4 非——步骤四禁止

图 9-58　换刀动作第二步——机械手旋转 60°

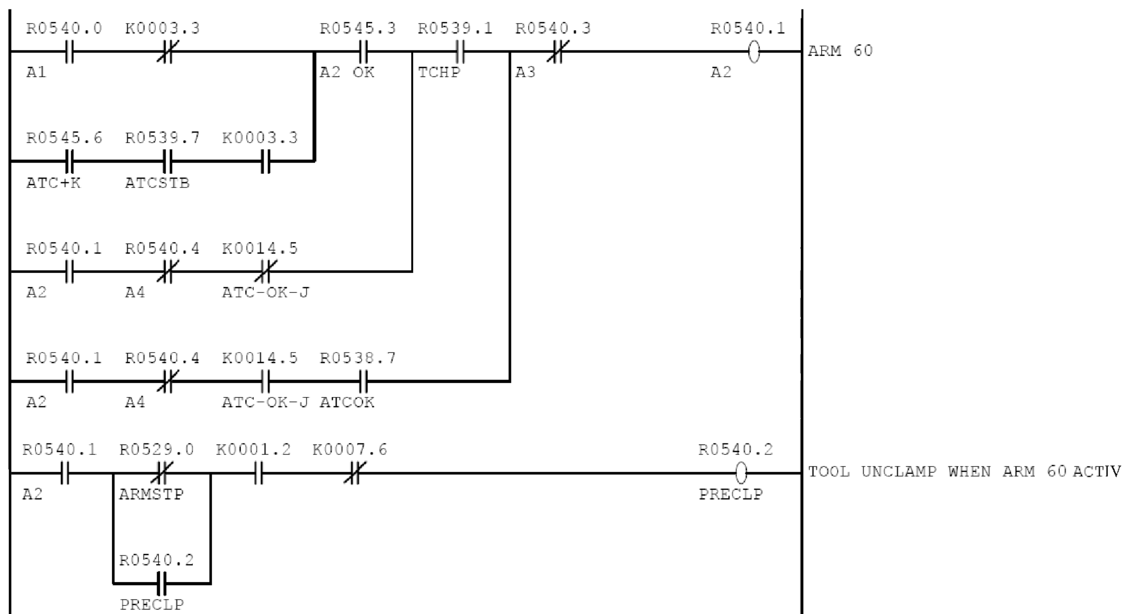


图 9-59　机械手旋转 60°条件——PMC 程序处理

③ 步骤三：主轴刀具松开 R0540.3（A3）。R0540.1 为第二个环节，作为第三个环节的准备条件，R0533.3 机械手中间点保持，为该环节的触发条件，此时两只机械手（主轴侧和刀库侧）都已经抓住刀具，如图 9-60 所示。

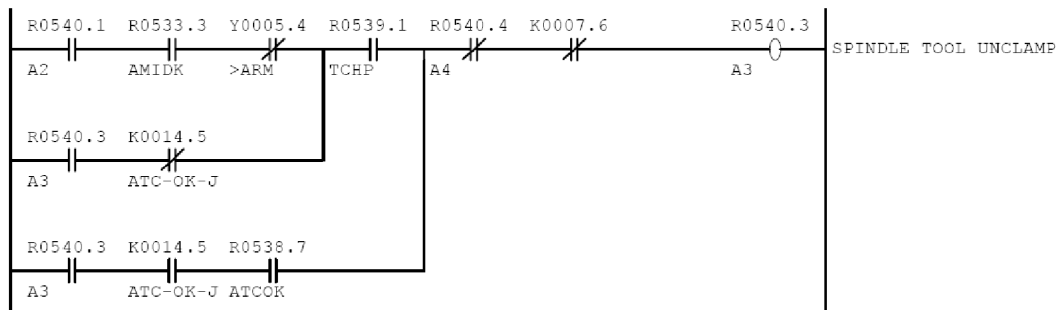


图 9-60　主轴刀具拉钉松开——PMC 程序处理

④ 步骤四：机械手旋转 180°旋转 R0540.4（A4）=1。注意此时机械手转动 180°时，双手是带刀的，另外由于该机床是凸轮式换刀，机械手在转动 180°的时候，大臂也在带刀下降，之后再上升，如图 9-61 ~ 图 9-64 所示。

作为机械手旋转 180°时的 PMC 程序，参见图 9-65 及其说明。

R0540.3 为步骤三，是步骤四的准备条件，F0045.7 主轴定向、R0539.6 主轴刀具松开、R0539.1 机床在刀具交换点作为这个过程的触发条件。另外，R0540.3 及 R0540.1 作为第一环节和第二环节完成的条件，制约 R0540.4 的输出。也就是说如果前两个动作的记忆丢失了（R0540.3 及 R0540.1 断开），步骤四不能够执行，保证了换刀步进的完整性和安全性。

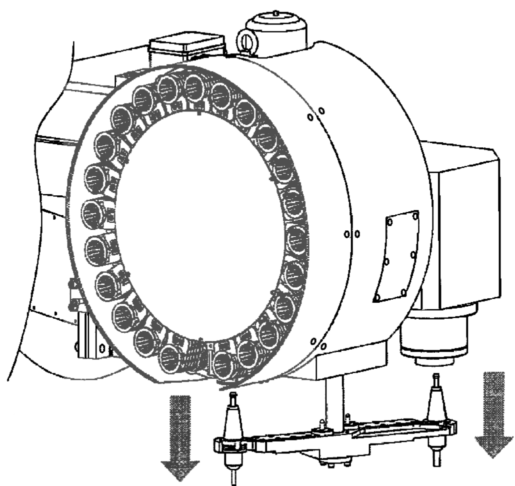


图 9-61　机械手旋转 180°第一个环节——拔刀

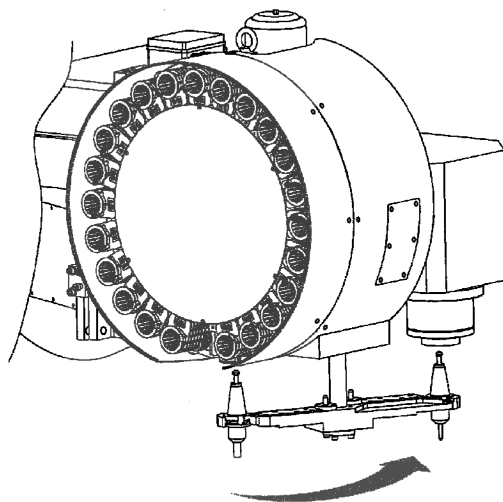
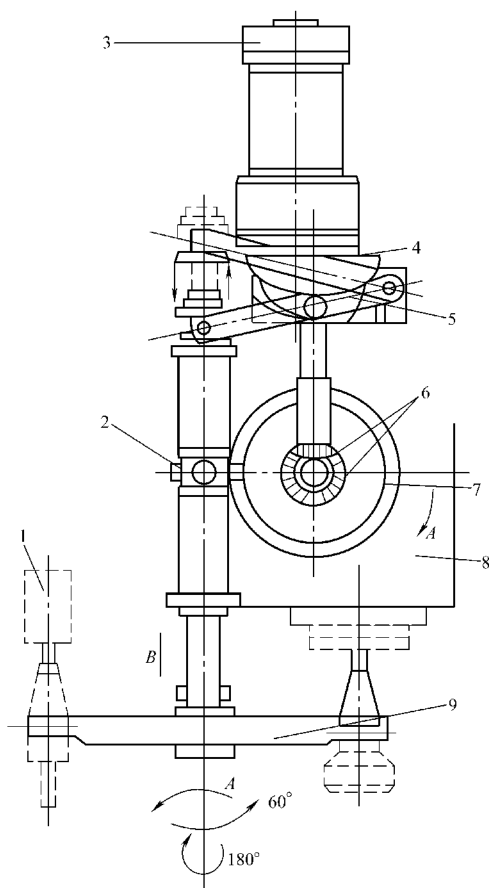


图 9-62　机械手旋转 180°第二个环节——旋转 180°



由换刀电动机（3）带动圆柱槽凸轮机构（4）旋转，杠杆（5）在凸轮槽中按照既定的轨迹运动，完成下降→保持（高度)→再上升的动作。而凸轮轴下面刚性连接着锥齿轮轴，锥齿轮（6）转动时，带动十字轴（2）拉着机械手臂完成 180°旋转的动作。

具体换刀过程如下：

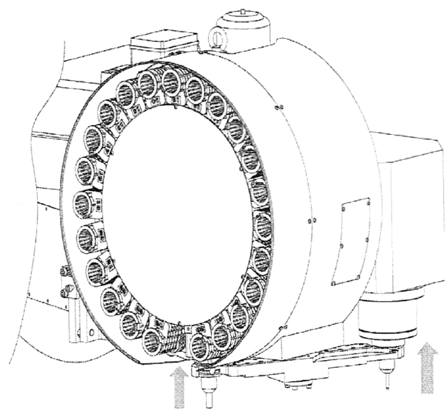
刀库准备好后（如前所述的步骤一 ~ 步骤三)，电动机开始旋转，圆柱槽凸轮机构（4）以及锥齿轮（6）同时转动，鉴于凸轮角度的巧妙设计（这一过程凸轮角度有一个大的降角)，在最初的旋转角里，杠杆（5）沿着凸轮槽轨迹运动并迅速下摆，促使手臂快速向下运动。此时锥齿轮（6）虽然旋转，但是十字轴（2）并未到开始旋转位置，所以手臂并不旋转。

当手臂下降到下极限时，电动机继续旋转，此时锥齿轮（6）继续旋转，并带动十字轴（2）拉动机械手旋转 180°，而这时的凸轮槽处于水平旋转状态（没有升降角)，杠杆（5）在凸轮槽中保持相对静止，机械手大臂并不上下运动。

直到机械手旋转 180°完成之后，凸轮槽转到升角位置，并带动杠杆（5）提升机械手大臂向上运动，完成装刀动作

图 9-63　凸轮式换刀机械手结构

1—刀套　2—十字轴　3—电动机　4—圆柱槽凸轮机构（手臂上下）　5—杠杆
6—锥齿轮　7—凸轮滚子（手臂旋转）　8—主轴箱　9—换刀手臂



机械手旋转 180°完成后，原主轴的刀具转到刀库准备位置的下方，原刀库当前位（要交换）的刀具被转到主轴侧下方。这时就需要进行刀具表的置换，否则刀号会乱掉。

刀具置换是 FANUC PMC 一个特殊的处理环节，9.2.2 节 5. 中将重点介绍刀具号置换处理过程。FANUC PMC 中的“变址寄存器”是一个非常有力的工具。

如果能够理解刀号置换的过程，就可以轻松地理解随机换刀是怎样实现的

图 9-64　机械手旋转 180°第三个环节——装刀

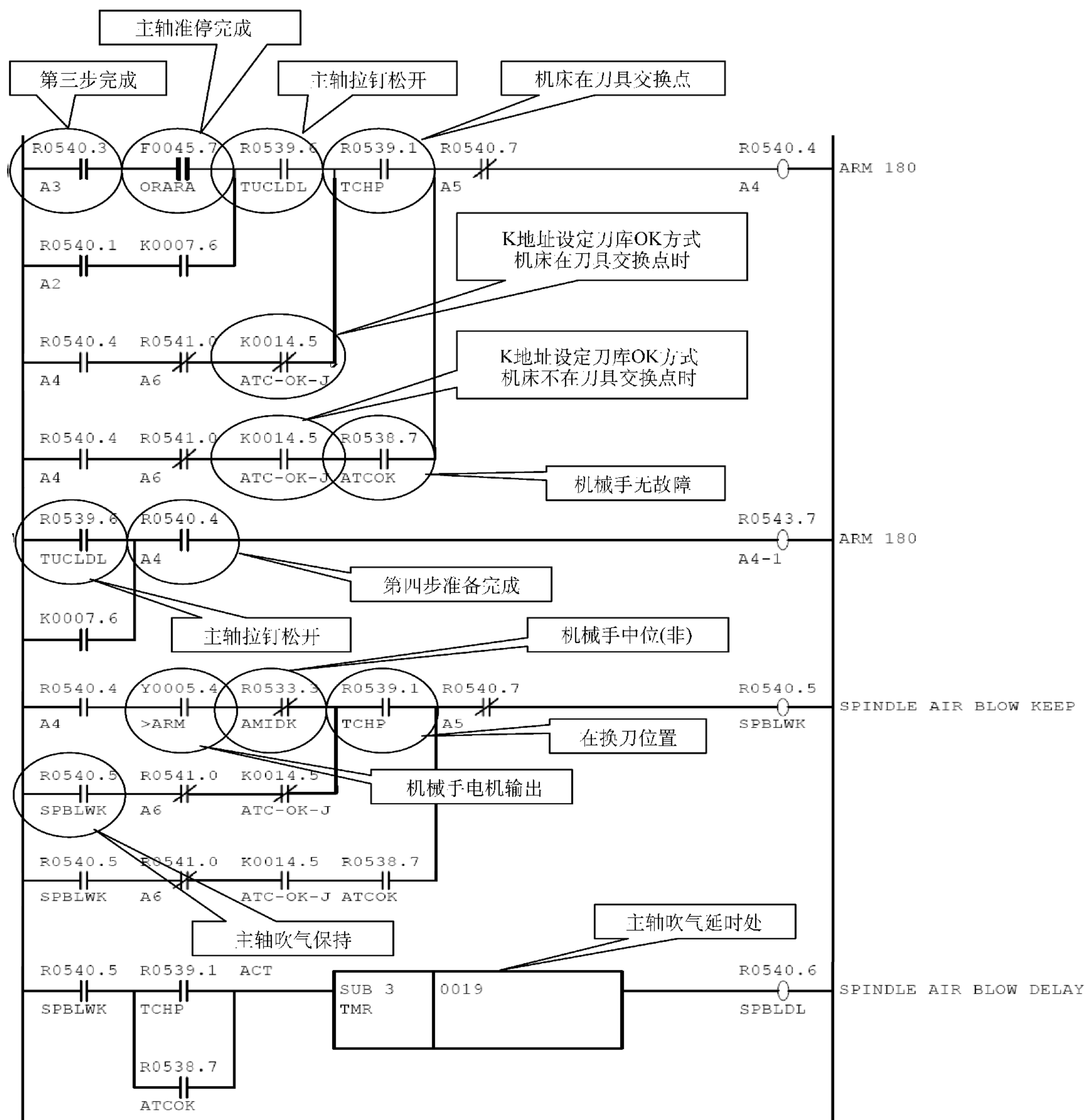


图 9-65　机械手带刀转 180°——PMC 程序处理

该步骤中有两个动作：R0543. 7 机械手旋转 180°和主轴吹气清洁。

其中 K 地址作为机床厂的选项，根据不同的机床型号可以略有不同的处理。或者在安装调试人员调试时，可以临时“短路”或是“断开”，方便灵活调试。

⑤ 步骤五：主轴刀具夹紧 R0540. 7（A5）。R0540. 6 为步骤四的一个动作，是步骤五的准备条件，R0533. 3 机械手在中间点作为这个过程的触发条件，如图 9-66 所示。

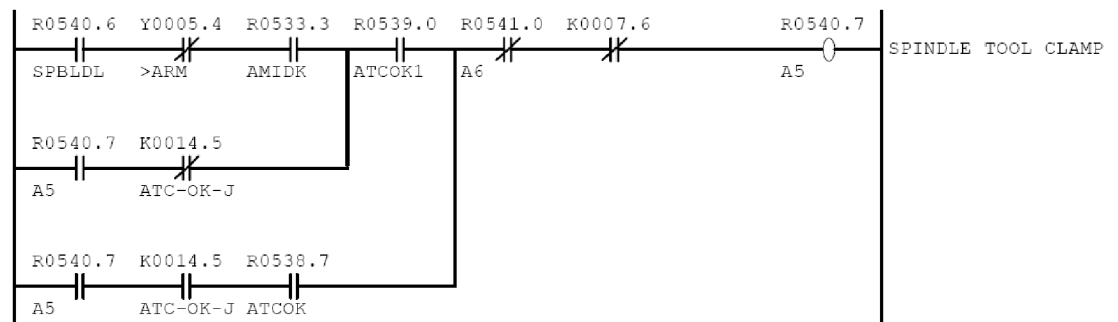
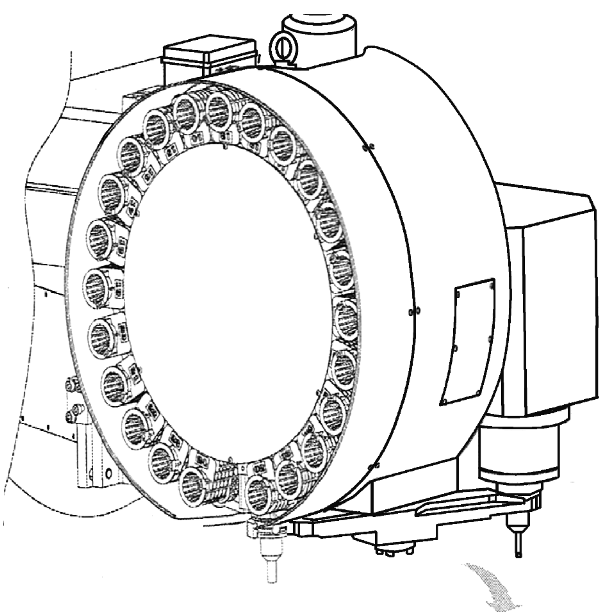


图 9-66　步骤五——主轴拉钉拉紧 PMC 程序处理

⑥ 步骤六：机械手 60°返回，如图 9-67 所示。



机械手换刀步骤六：
机械手返回 60°——R0541. 0（A6）= 1
前提条件：
R0540. 7——步骤五完成（主轴刀具卡紧）
R0539. 5——主轴卡紧确认
R0539. 0——机械手 ATC OK
R0541. 7 非——步骤七禁止
R0540. 4——步骤四完成
R0542. 0 非——ATC 完成信号禁止
K0003. 3——机床厂设定地址
K0007. 6——机床厂设定地址
K0014. 5——机床厂设定地址

图 9-67　步骤六——机械手 60°返回

对于 R0541. 0（A6），R0540. 7 为步骤五，是步骤六的准备条件，R0539. 5 主轴刀具夹紧作为这个过程的触发条件，如图 9-68 所示。

⑦ 步骤七：刀套抬起 R0541. 1（A7）= 1，如图 9-69 所示。

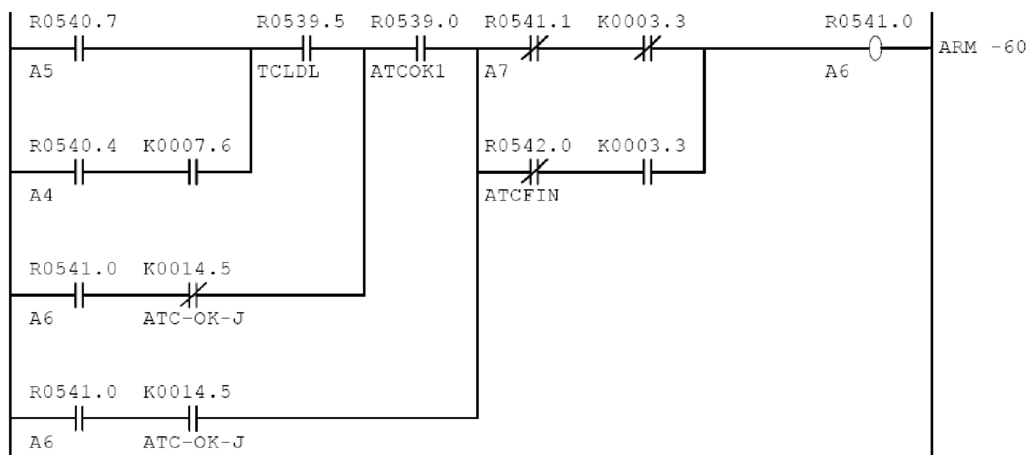
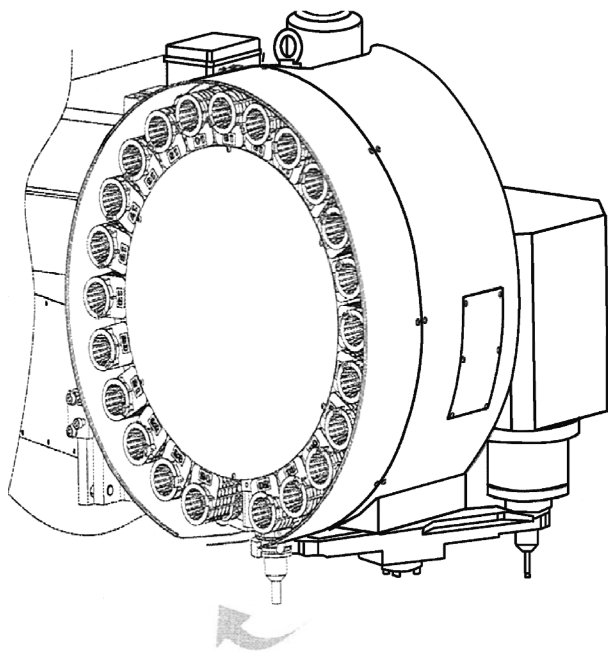


图 9-68　机械手 60°返回——PMC 程序处理



机械手换刀步骤七：
刀套收回——R0541.1（A7）=1
前提条件：
R0541.0——步骤六完成（机械手返回 60°）
R0533.7——机械手返回点保持
Y0005.4 非——机械手电动机停止
K0003.3——机床厂设定地址
R0539.0——ATC（机械手）OK1
R0542.0 非——ATC 完成信号禁止
注：R0542.0 ATCFIN 代表换刀完

图 9-69　步骤七——刀套抬起

R0541.0=1 为步骤六完成，是步骤七的准备条件，R0533.7 机械手到达返回点作为这个过程的触发条件。换刀完成 R0542.0 作为步骤七的复位条件，如图 9-70 所示。

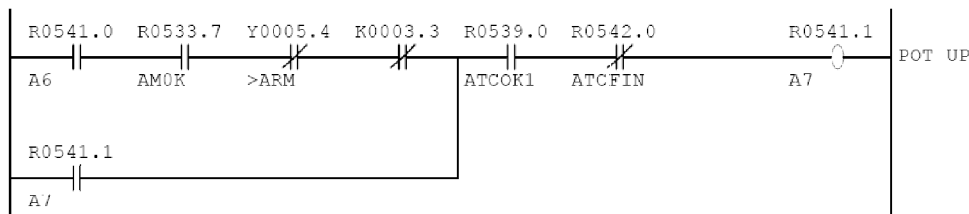


图 9-70　刀套抬起——PMC 程序处理

⑧ 换刀执行的处理：按照各步骤执行的触发条件及动作分析一览表，结合控制部件的特点，编写各动作的控制。

主轴刀具夹紧：步骤五 R0540.7 执行主轴刀具夹紧动作，作为启动条件；步骤三 R0540.3 执行刀具松开动作，停止主轴刀具夹紧，如图 9-71 所示。

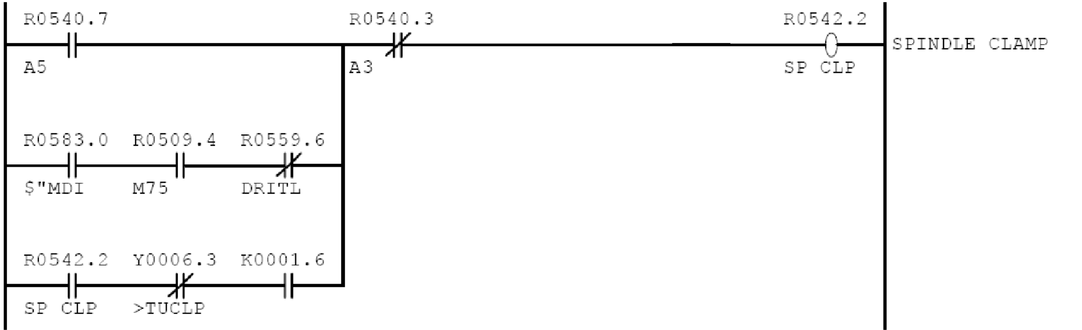


图 9-71　主轴夹紧

主轴刀具松开：步骤三 R0540.3 执行主轴刀具松开动作，作为启动条件；步骤五 R0540.7 执行刀具夹紧动作，停止主轴刀具松开，如图 9-72 所示。

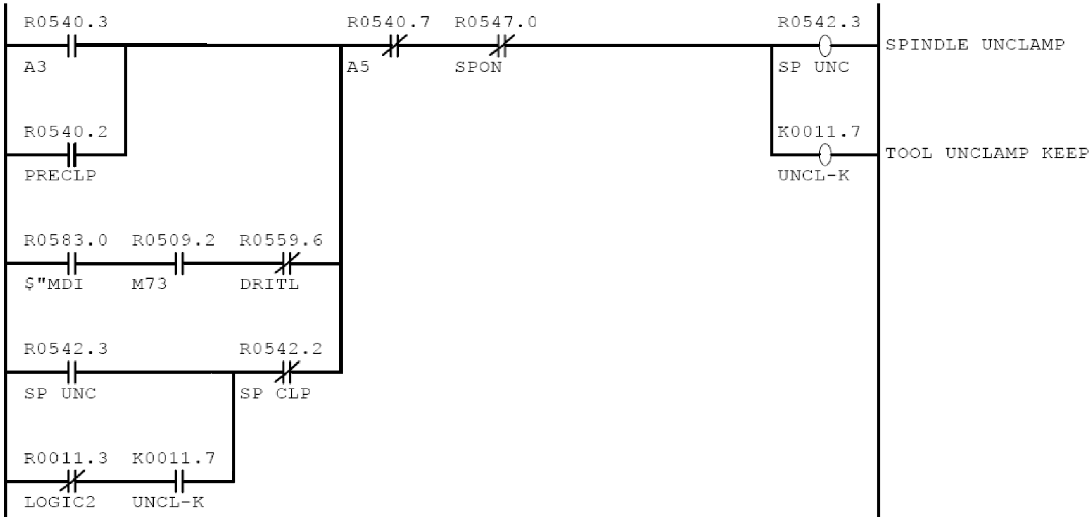


图 9-72　主轴松开

主轴清洁吹气，如图 9-73 所示。



图 9-73　主轴清洁吹气

刀库刀套落下：步骤一 R0540.0 执行刀套落下动作，作为启动条件；步骤七 R0541.1 执行刀套抬起动作，停止刀套落下动作，如图 9-74 所示。

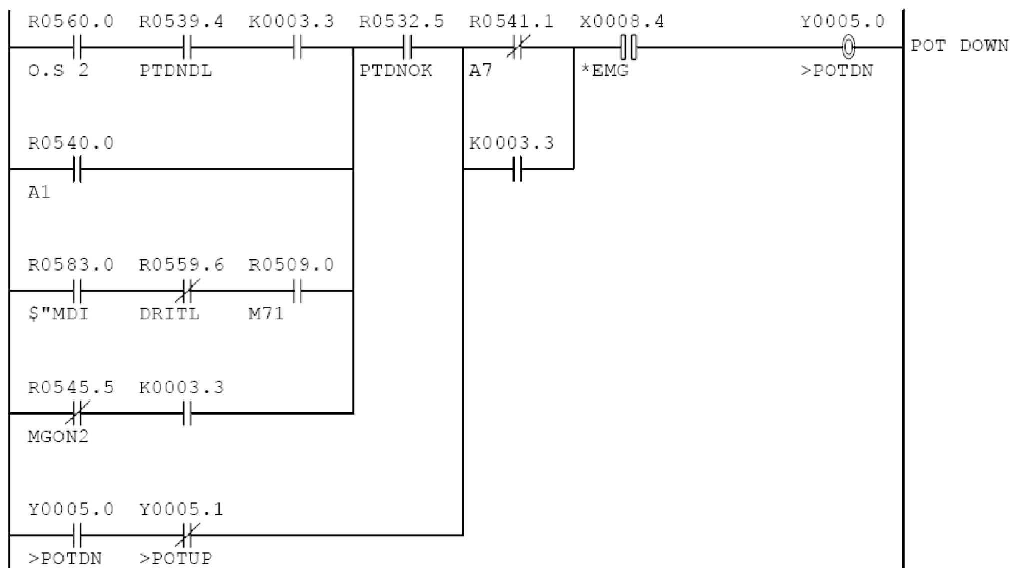


图 9-74　刀套落下

刀套抬起：步骤七 R0541.1 执行刀套落下动作，作为启动条件；步骤一 R0540.0 执行刀套落下动作，停止刀套抬起动作，如图 9-75 所示。

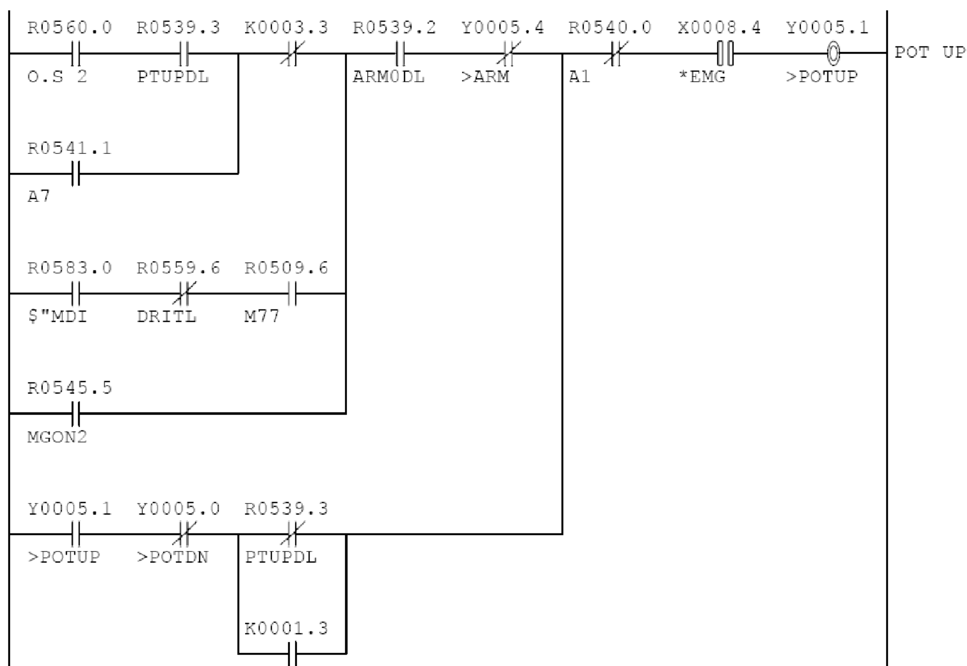


图 9-75　刀套抬起

盘式刀库各功能部件的时序如图 9-76 所示，供读者参考。

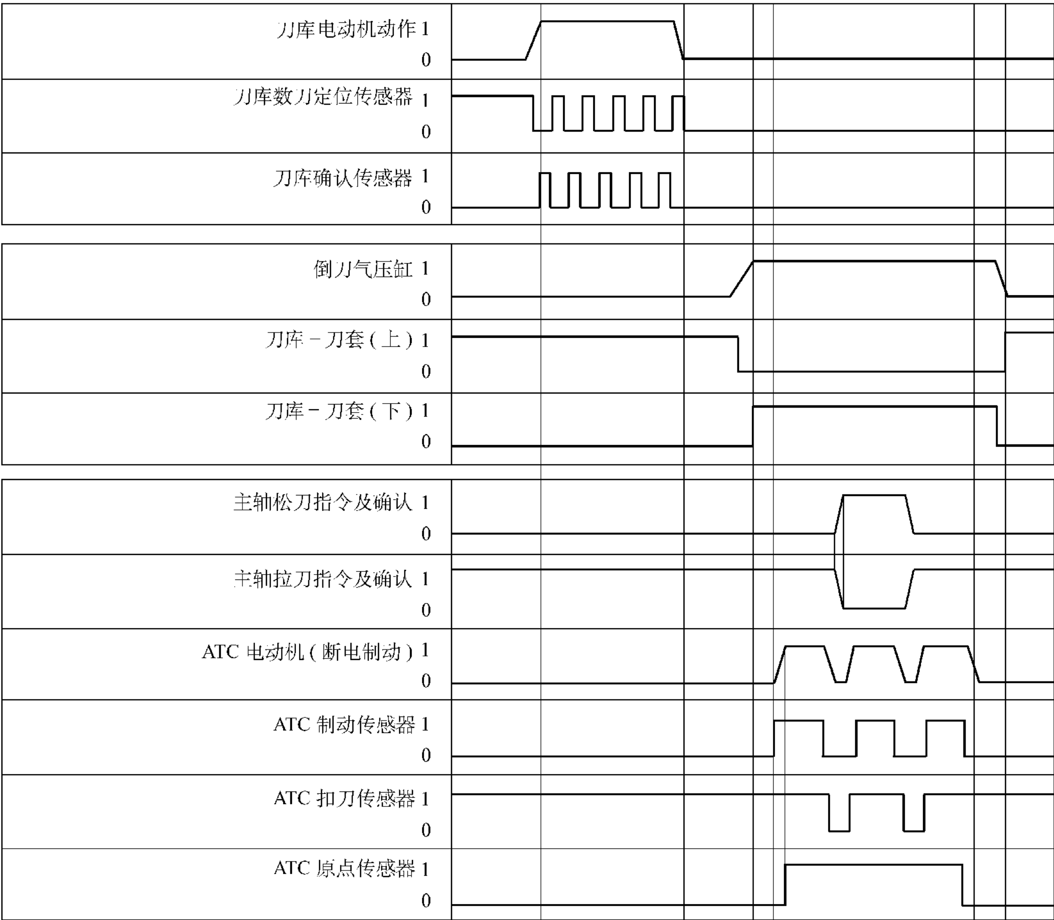


图 9-76　盘式刀库各功能部件时序图

5. 刀具数据交换处理

当刀具按照 3. 中的方法转到换刀准备位置时（也称当前位置），机械手将进行换刀处理，当机械手 180°旋转换完刀具时，主轴刀具号与刀套的刀具号进行了交换，那么 PMC 程序也要同时完成刀具号的置换——将原来主轴上的刀号送到刀库当前位的刀套号中，同时将原来刀库当前位中的刀具号送到主轴刀具号中，完成这一过程的 PMC 操作就是修改刀具表。使用 FANUC PMC 专用程序块——XMOVB（二进制代码变址修改数据传送）可以方便的完成这一过程。刀具号置换如图 9-77 所示。

D0112 为刀库容量，D0000 为数据表初始地址存放主轴刀具，D0100 为刀库当前刀套号。R0693 存放当前刀套内的刀具号。

PMC 程序操作过程如图 9-77 右侧图所示，具体说明如下：

1）步骤一：D0100→R0693；

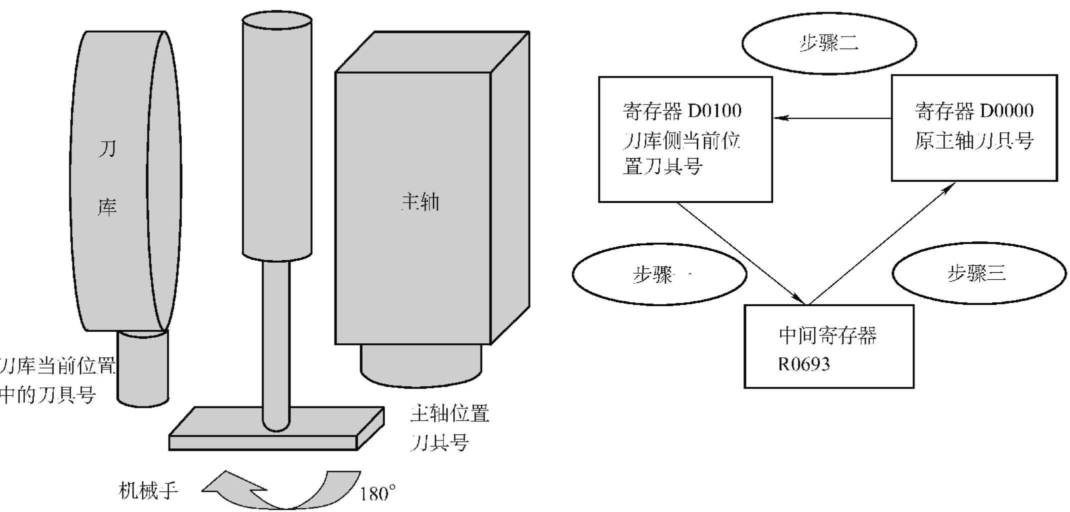


图 9-77　刀具号置换

2）步骤二：D0000→D0100；

3）步骤三：R0693→D0000。

第一步：将原刀库侧当前位置刀具号（要换的刀具号）读出数据表 D0100 中数据，并送到中间寄存器 R0693 中，如图 9-78 所示。

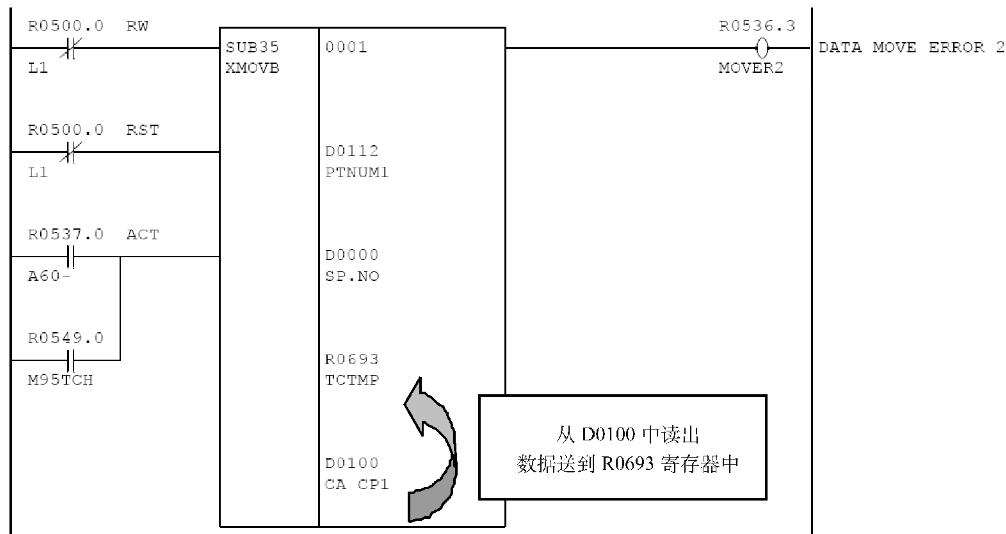


图 9-78　读出 D0100 中的数据并送到 R0693 寄存器中

第二步：将原主轴中的刀具号（数据表 D0000 中的数据）写入到数据表 D0100（当前刀具号）中，注意完成这一步骤后，原 D0100 中的数据将被刷新，被原主轴刀具号代替，如图 9-79 所示。

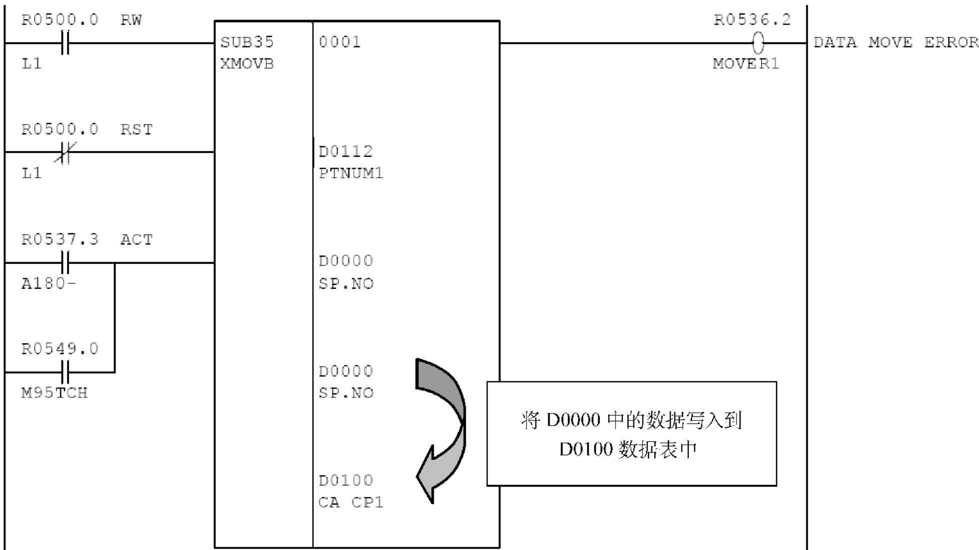


图 9-79　D0000 中的数据写入到 D0100 数据表中

第三步：将中间寄存器 R0693 中的刀具号（原刀库当前位置中的数据）传送到 D0000 主轴刀具号寄存器中，如图 9-80 所示。

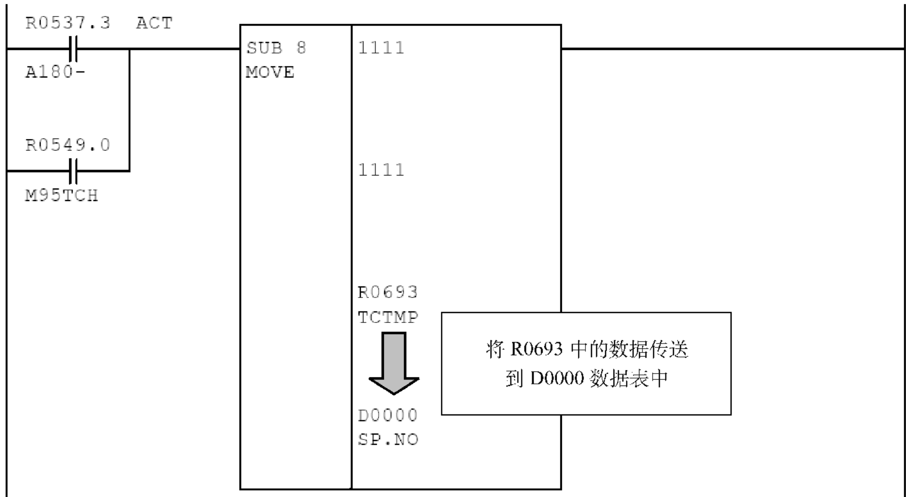


图 9-80　R0693 中的数据传送到 D0000 数据表中

第一步 ~ 第三步完成了刀具表的数据置换。

本节难点是 XMOVB 程序块的使用，请参考 3.2.36 节 SUB 35 二进制代码变址修改数据传送 XMOVB 内容，这里需要说明图 9-78 和图 9-79 中的 R0500.0 逻辑 1 控制 XMOVB 参数 RW，当 R0500.0 为非信号时（见图 9-78），表明此时读出数据，即从 D0100 中读出数据并传送到 R0693 中。而图 9-79 中的 R0500.0 为 A 类信号，表明此时写入数据，即将 D0000 中的数据写入到 D0100 中。

最后一步没有必要使用 SUB 35 XMOVB 变址传送，可以直接使用逻辑与后数据传送指

令 SUB8 MOVE 即可。

9.3　加工中心输入/输出主要地址（见表 9-2）

表 9-2　加工中心输入/输出主要地址表

地址	信号缩写	信 号 说 明
X0000.0	MNKEY	MAINTENANCE KEY　维修键
X0000.1	OILAL	SPINDLE OIL ALARM　主轴油报警
X0000.2	AIRAL	AIR PRESSURE ALARM　压缩空气压力报警
X0000.3	DRITL	DOOR INTERLOCK S.W　门互锁
X0000.4	LUBAL	LUBE ALARM　润滑报警
X0000.5	JGPSW	JIG PRESSURE S.W　夹具压力开关
X0000.6	CLNL	COOLANT TANK LOW　冷却液液面低
X0000.7	MOTOL	MOTOR OVERLOAD　电动机过载
X0001.0	CLNF	COOLANT TANK FULL　冷却液液面高
X0001.1	FILL	FILTER TANK LOW　过滤箱液面低
X0001.2	FILF	FILTER TANK FULL　过滤箱液面高
X0001.3	FILCV	FILTER TANK COVER / FILTER S.W　过滤箱罩开关
X0001.5	DRIT1	DOOR INTERLOCK 1　门互锁 1
X0001.6	HGLS	HIGH GEAR L.S　主轴高挡限位开关
X0001.7	LGLS	LOW GEAR L.S　主轴低挡限位开关
X0002.0	TCLP	TOOL CLAMP L.S　刀具夹紧限位开关
X0002.1	TUCLP	TOOL UNCLAMP L.S　刀具松开限位开关
X0002.2	MTUCL	MANUAL TOOL UNCLAMP P.B　手动刀具松开按钮
X0002.3	FTSW	FOOT SWITCH　脚踏开关
X0004.0	XAE	X AXIS OT CHECK　X 轴超程检查
X0004.1	YAE	Y AXIS OT CHECK　Y 轴超程检查
X0004.2	ZAE	Z AXIS OT CHECK　Z 轴超程检查
X0004.3	LUBE.P	LUBE PRESSURE A.L　润滑压力报警
X0004.4	ARM0	ARM RETURN POINT　机械手初始位置
X0004.5	CTRA	MAG COUNTER A　刀库计数 A
X0008.0	ATCPR	ATC PRESSURE S.W　ATC 压力开关
X0008.1	CTRB	MAG COUNTER B　刀库计数 B
X0008.2	ARM60	ARM MIDDLE POINT　机械手中间点
X0008.3	ARMSP	ARM STOP POINT　机械手停止点
X0008.4	*EMG	EMERGENCY STOP　急停
X0008.5	APO	AUTO POWER OFF S.W　自动电源断开开关
X0009.6	POTDN	POT DOWN L.S　刀套落下接近开关

（续）

地址	信号缩写	信 号 说 明
X0009.7	POTUP	POT UP L.S　刀套抬起接近开关
X0011.4	CY－STP	CYCLE STOP　循环停止
X0011.5	PR－KEY	MEMORY KEY　存储器钥匙
X0015.0	DOOR－O	DOOR OPEN　防护门打开
X0015.2	DOOR－C	DOOR CLOSE　防护门关闭
Y0003.6	MGCW	MAG CW　刀库正转
Y0003.7	MGCCW	MAG CCW　刀库反转
Y0005.0	POTDN	POT DOWN　刀套落下阀
Y0005.1	POTUP	POT UP　刀套抬起阀
Y0005.2	SPOIL	SPINDLE OIL COOLER　主轴油冷却
Y0005.4	ARM	ARM MOTOR　机械手电动机
Y0006.0	ZBRK	Z AXIS BRAKE　Z轴抱闸
Y0006.1	HG	HIGH GEAR　主轴高挡
Y0006.2	LG	LOW GEAR　主轴低挡
Y0006.3	TUCLP	SPINDLE TOOL UNCLAMP　主轴刀具松开
Y0006.4	SPBLW	SPINDLE AIR BLAST　主轴吹气
Y0006.7	DRITL	DOOR INTERLOCK COIL　门互锁线圈
F0000.4	SPL	FEED HOLD LAMP SIGNAL　进给保持灯信号
F0000.5	STL	CYCLE START LAMP SIGNAL　循环启动灯信号
F0000.6	SA	SERVO READY SIGNAL　伺服准备信号
F0000.7	OP	AUTOMATIC OPERATION　自动操作
F0001.0	AL	ALARM SIGNAL　报警信号
F0001.1	RST	RESET SIGNAL　复位信号
F0001.3	DEN	DISTRIBUTION END SIGNAL　分配结束信号
F0001.4	ENB	SPINDLE ENABLE SIGNAL　主轴启动信号
F0001.5	TAP	TAPPING SIGNAL　攻螺纹信号
F0001.7	MA	NC READY SIGNAL　NC准备好信号
F0007.0	MF	M FUNCTION CODE READ SIGNAL　M功能代码选通信号
F0007.2	SF	S FUNCTION CODE READ SIGNAL　S功能代码选通信号
F0007.3	TF	T FUNCTION CODE READ SIGNAL　T功能代码选通信号
F0009.4	M30	PROGRAM END AND RESET　程序结束并复位
F0009.5	M2A	PROGRAM END SIGNAL　程序结束信号
F0034.0	GR10	GEAR SELECT SIGNAL　换挡选择信号1
F0034.1	GR20	GEAR SELECT SIGNAL　换挡选择信号2
F0045.0	SALM1	SPINDLE ALARM SIGNAL　主轴报警信号
F0045.1	SSLA	SPINDLE ZERO SPEED　主轴零速

（续）

地址	信号缩写	信 号 说 明
F0045. 3	SARA	SPINDLE ARRIVE DETECTION　主轴速度到达检测
F0045. 7	ORARA	SPINDLE ORIENTATE FINISH　主轴定向完成
F0064. 0	TLCH	TOOL LIFE CHANGE SIGNAL　刀具寿命变化信号
F0094. 0	ZPX	X AXIS 1ST. POINT　X 轴第一参考点
F0094. 1	ZPY	Y AXIS 1ST. POINT　Y 轴第一参考点
F0094. 2	ZPZ	Z AXIS 1ST. POINT　Z 轴第一参考点
F0094. 3	ZP4	4 AXIX 1ST. POINT　4 轴第一参考点
F0096. 0	ZP2X	X AXIS 2ND. POINT　X 轴第二参考点
F0096. 1	ZP2Y	Y AXIS 2ND. POINT　Y 轴第二参考点
F0096. 2	ZP2Z	Z AXIS 2ND. POINT　Z 轴第二参考点
F0098. 0	ZP3X	X AXIS 3RD. POINT　X 轴第三参考点
F0098. 1	ZP3Y	Y AXIS 3RD. POINT　Y 轴第三参考点
F0098. 2	ZP3Z	Z AXIS 3RD. POINT　Z 轴第三参考点
F0098. 3	ZP34	4 AXIS 3RD. POINT　4 轴第三参考点
F0100. 0	ZP4X	X AXIS 4TH. POINT　X 轴第四参考点
F0100. 1	ZP4Y	Y AXIS 4TH. POINT　Y 轴第四参考点
F0100. 2	ZP4Z	Z AXIS 4TH. POINT　Z 轴第四参考点
F0100. 3	ZP44	4 AXIS 4TH. POINT　4 轴第四参考点
G0004. 3	FIN	M，S，T FUNCTION FINISH SIGNAL　M，S，T 功能完成信号
G0005. 6	AFL	AUXILIARY FUNCTION LOCK　辅助功能锁住
G0006. 0	SRN	PROGRAM RESTART　程序再启动
G0006. 2	* ABSM	MANUAL ABSOLUTE SIGNAL　手动绝对信号
G0006. 4	OVC	OVERRIDE CANCEL SIGNAL　进给倍率取消信号
G0007. 2	ST	CYCLE START　循环启动
G0008. 0	* ILK	INTERLOCK　互锁
G0008. 4	* ESP	EMERGENCY STOP　急停
G0008. 5	* SP	FEED HOLD　进给保持
G0008. 7	ERS	EXTERNAL RESET　外部复位
G0014. 0	ROV1	RAPID TRAVERSE OVERRIDE ROV1　快移倍率 ROV1
G0014. 1	ROV2	RAPID TRAVERSE OVERRIDE ROV2　快移倍率 ROV2
G0018. 0	HS1A	MANUAL HANDLE FEED SEL HS1A　手轮进给选择 HS1A
G0018. 1	HS1B	MANUAL HANDLE FEED SEL HS1B　手轮进给选择 HS1B
G0018. 2	HS1C	MANUAL HANDLE FEED SEL HS1C　手轮进给选择 HS1C
G0019. 4	MP1	INCREMENTAL FEED 1　增量进给 1
G0019. 5	MP2	INCREMENTAL FEED 2　增量进给 2
G0019. 7	RT	RAPID TRAVERSE　快移

（续）

地址	信号缩写	信 号 说 明
G0029.4	SAR	SPINDLE SPEED ARRIVAL SIGNAL　主轴速度到达信号
G0029.5	SOR	SPINDLE ORIENTATION SIGNAL　主轴定向信号
G0029.6	* SSTP	SPINDLE STOP SIGNAL　主轴停止信号
G0043.0	MD1	MODE SELECT 1　方式选择 1
G0043.1	MD2	MODE SELECT 2　方式选择 2
G0043.2	MD4	MODE SELECT 4　方式选择 4
G0043.5	DNCI	TAPE OPERATION BY TAPE READER　DNC 方式
G0043.7	ZRN	REFERENCE POINT RETURN SIGNAL　参考点返回信号
G0044.0	BDT	BLOCK SKIP　跳段
G0044.1	MLK	ALL AXES MACHINE LOCK　机床锁住
G0046.1	SBK	SINGLE BLOCK　单段
G0046.3	KEY1	PROGRAM PROTECT KEY1　程序保护钥匙 1
G0046.4	KEY2	PROGRAM PROTECT KEY2　程序保护钥匙 2
G0046.5	KEY3	PROGRAM PROTECT KEY3　程序保护钥匙 3
G0046.7	DRN	DRY RUN　空运行
G0070.3	CTH1A	SPINDLE HIGH/LOW SPEED SIGNAL　主轴高/低挡速度信号
G0070.4	SRVA	SPINDLE C. C. W　主轴反转
G0070.5	SFRA	SPINDLE C. W　主轴正转
G0070.6	ORCMA	SPINDLE ORIENTATE COMMAND　主轴定向指令
G0070.7	MRDYA	SPINDLE READY　主轴准备好
G0071.0	ARSTA	SPINDLE RESET　主轴复位
G0071.1	* ESPA	EMERGENCY STOP SIGNAL　急停信号
G0072.4	OVRA	ANALOG OVERRIDE COMMAND　模拟倍率指令
G0100.0	+X	+JX　轴选通
G0100.1	+Y	+JY　轴选通
G0100.2	+Z	+JZ　轴选通
G0100.3	+4	+J4　轴选通
G0102.0	-X	-JX　轴选通
G0102.1	-Y	-JY　轴选通
G0102.2	-Z	-JZ　轴选通
G0102.3	-4	-J4　轴选通
G0106.0	MIRX	X AXIS MIRROR IMAGE SIGNAL　X 轴镜像信号
G0106.1	MIRY	Y AXIS MIRROR IMAGE SIGNAL　Y 轴镜像信号
G0106.3	MIR4	4TH AXIS MIRROR IMAGE SIGNAL　4 轴镜像信号
G0108.2	MLKZ	Z AXIS MACHINE LOCK　Z 轴锁住
G0114.0	* +L1	X_ AXIS +OT　X 轴正向超程信号

（续）

地址	信号缩写	信 号 说 明
G0114. 1	* +L2	Y_ AXIS +OT　Y 轴正向超程信号
G0114. 2	* +L3	Z_ AXIS +OT　Z 轴正向超程信号
G0114. 3	* +L4	4_ AXIS +OT　4 轴正向超程信号
G0114. 4	* +L5	5_ AXIS +OT　5 轴正向超程信号
G0116. 0	* -L1	X_ AXIS -OT　X 轴负向超程信号
G0116. 1	* -L2	Y_ AXIS -OT　Y 轴负向超程信号
G0116. 2	* -L3	Z_ AXIS -OT　Z 轴负向超程信号
G0116. 3	* -L4	4_ AXIS -OT　4 轴负向超程信号
G0116. 4	* -L5	5_ AXIS -OT　5 轴负向超程信号
G0126. 0	SVFX	SERVO OFF X　X 轴伺服断开
G0126. 1	SVFY	SERVO OFF Y　Y 轴伺服断开
G0126. 2	SVFZ	SERVO OFF Z　Z 轴伺服断开
G0126. 3	SVF4	SERVO OFF 4　4 轴伺服断开
G0130. 0	* ITX	INTERLOCK X　X 轴锁住
G0130. 1	* ITY	INTERLOCK Y　Y 轴锁住
G0130. 2	* ITZ	INTERLOCK Z　Z 轴锁住
G0130. 3	* IT4	INTERLOCK 4　4 轴锁住
R0508. 7	M70	AUTOMATIC TOOL NUMBER SETTING　自动刀具号码设定
R0509. 0	M71	POT DOWN　刀套下
R0509. 1	M72	ARM 60　机械手旋转 60°
R0509. 2	M73	TOOL UNCLAMP　刀具松开
R0509. 3	M74	ARM 180　机械手旋转 180°
R0509. 4	M75	TOOL CLAMP　刀具夹紧
R0509. 5	M76	ARM -60　机械手 60°回
R0509. 6	M77	POT UP　刀套下
R0511. 7	M94	TCLP/TUCLP REVERSE　刀具夹紧/刀具松开转换
R0512. 0	M95	ARM TROUBLESHOOTING　机械手故障查找
R0512. 5	MFIN	M CODE FINISH　M 代码完成
R0512. 6	SFIN	S CODE FINISH　S 代码完成
R0512. 7	TFIN	T CODE F INISH　T 代码完成
R0513. 0	JOG	JOG MODE　JOG 方式
R0513. 1	MANUAL	MANUAL MODE　手动方式
R0513. 2	ZRNFIN	AXES REF. RETURN FINISH　轴返参考点完成
R0513. 3	ZRNLH	ZERO RETURN ACTIVE　零点返回生效
R0515. 7	STOP	EMG & RESET　急停复位
R0516. 0	RDY1	NC READY　NC 准备好

（续）

地址	信号缩写	信 号 说 明
R0516. 6	ST +	CYCLE START ON PULSE 循环启动脉冲
R0518. 3	ORCM1	SPINDLE ORIENTATION 主轴定向
R0518. 4	M06 -	MO6 OFF PULSE M06 下降沿脉冲
R0518. 5	M06 - A	M06 OFF PULSE AUX M06 下降沿脉冲辅助
R0518. 6	SPOK	SPINDLE OK 主轴正常
R0518. 7	MAN -	MANUAL MODE OFF PULSE 手动方式下降沿脉冲
R0519. 0	MAN - A	MANUAL MODE OFF PULSE AUX 手动方式下降沿脉冲辅助
R0519. 1	MSSTP	MANUAL SPINDLE STOP 手动主轴停止
R0519. 2	SPNOP	SPINDLE NO PAUSE 主轴未停止
R0519. 3	SPOK1	SPINDLE OK 1 主轴正常 1
R0519. 4	SP FOR	SPINDLE C. W 主轴正转
R0519. 5	SP REV	SPINDLE C. C. W 主轴反转
R0519. 6	SPDIR	SPINDLE DIR FLAG 主轴方向标记
R0520. 0	SP HLD	SPINDLE RESET HOLD 主轴复位保持
R0520. 1	RGDK	RIGID TAPPING KEEP 刚性攻螺纹保持
R0520. 3	RGDENB	RIGID TAPPING ENABLE 刚性攻螺纹使能
R0520. 4	RGDEND	RIGID TAPPING END 刚性攻螺纹结束
R0520. 5	RGDFIN	RIGID TAPPING FINISH 刚性攻螺纹完成
R0520. 6	TMR03	RIGID TAPPING FINISH DELAY 刚性攻螺纹完成延时
R0524. 4	ZPXKEP	X HOME KEEP X 轴返参保持
R0524. 5	ZPYKEP	Y HOME KEEP Y 轴返参保持
R0524. 6	ZPZKEP	Z HOME KEEP Z 轴返参保持
R0524. 7	ZP4KEP	4 HOME KEEP 4 轴返参保持
R0525. 0	NOBT	NO BIG TOOL 没有大刀具
R0525. 1	SP = EMP	SP TOOL = EMPTY 主轴刀号为空刀
R0525. 2	SP = POT	SP TOOL NO = STANDBY POT NO 主轴刀号等于待位的刀套刀具号
R0525. 3	PT = EMP	POT TOOL = EMPTY 刀套刀具等于空刀号
R0525. 4	SP = BT	SP TOOL = BIG TOOL 主轴刀号等于大刀
R0525. 5	PT = BT	POT TOOL = BIG TOOL 刀套刀具等于大刀
R0525. 6	SEMPW	SEARCH EMPTY TOOL 搜索空刀
R0525. 7	TMB29	SPINDLE CW/CCW DELAY 主轴正/反转延时
R0526. 0	BTSTB	BIG TOOL STANDBY 大刀待位（准备好）
R0526. 1	BTCK	WITH BIG TOOL? 使用大刀?
R0526. 2	EMPCK	SP/STB T NO. = EMPTY ? 主轴刀号/待位刀号为空刀?
R0526. 3	ORDCK	SP/STB T NO. = ORDINARY ? 主轴刀号/待位刀号为普通刀?
R0526. 4	S，PCK	SP TOOL = STANDBY POT TOOL ? 主轴刀号等于待位刀套上的刀具号?

（续）

地址	信号缩写	信 号 说 明
R0526.5	MEMPT	MEMORIZE POT TOOL　刀套刀具记忆
R0526.6	SRHEMP	SEARCH EMPTY TOOL　搜索空刀
R0526.7	TCH1	TOOL CHANGE 1　刀具交换 1
R0527.0	SRHMPT	SEARCHING MEMORY POT　搜索存储的刀套
R0527.1	TCH2	TOOL CHANGE 2　刀具交换 2
R0527.2	ATCEND	ATC END　自动刀具交换结束
R0527.3	M6TMP	TOOL CHANGE TEMP　刀具交换临时存储
R0527.5	SRHFIN	TOOL SEARCH FIN　刀具搜索完成
R0528.0	SPKEP	FEED HOLD KEEP　进给保持
R0528.1	SPR -	SPINDLE OFF PULSE　主轴下降沿脉冲
R0528.2	SPR - A	SPINDLE OFF PULSE AUX　主轴下降沿脉冲辅助
R0528.3	LUNONT	LUBE ON TIMER　润滑泵接通时间
R0528.4	LUNOFT	LUBE OFF TIMER　润滑泵断开时间
R0528.5	A3 - 1	TOOL UNCLAMP WAITING　刀具松开等待
R0528.6	A5 - 1	TOOL CLAMP WAITING　刀具夹紧等待
R0528.7	GRINP1	GEAR IN - POSITION 1　齿轮在位置 1
R0529.0	ARMSTP	ARM STOP POINT　机械手在停止点
R0529.1	ARMSP1	ARM STOP STATE 1　机械手在停止状态 1
R0529.2	ESCASP	ESCAPE ARM STOP POINT　离开机械手停止点
R0529.3	A60AR	ARM 60 ROTATION ARRIVAL　机械手 60°旋转到达
R0529.4	A180AR	ARM 180 ROTATION ARRIVAL　机械手 180°旋转到达
R0529.5	A - 60AR	ARM - 60 ROTATION ARRIVAL　机械手 - 60°旋转到达
R0529.6	MGCTA	MAG COUNTER A　刀库计数器 A
R0530.0	MGCT + A	MAG COUNT PULSE AUX　刀库计数脉冲辅助信号
R0530.1	MGCT +	MAG COUNT ON PULSE　刀库计数上升沿信号
R0530.3	MGCTOP	MAG COUNT FUNCTION　刀库计数功能
R0530.4	MGCWA	MAG CW AUX　刀库正转辅助信号
R0530.5	MGCCWA	MAG CCW AUX　刀库反转辅助信号
R0530.6	MGMCW1	MAG MANUAL CW ON　刀库手动正转接通
R0530.7	MGCCW1	MAG MANUAL CCW ON　刀库手动反转接通
R0531.0	MGCW	MAG CW　刀库正转
R0531.1	MCWDEC	MAG CW DEC　刀库正转检查
R0531.2	MGCWDL	MAG CW DELAY　刀库正转延时
R0531.3	MGCCW	MAG CCW　刀库反转
R0531.4	MAGOK	MAG OK　刀库正常
R0531.5	MCCWDE	MAG CCW DEC　刀库反转检查

（续）

地址	信号缩写	信 号 说 明
R0531.6	MCCWDL	MAG CCW DELAY　刀库反转延时
R0531.7	MGCT -	MAG COUNTE OFF PULSE　刀库计数下降沿脉冲
R0532.0	MGRSTB	MAG ROT STAND - BY　刀库刀套待位
R0532.1	MAGON2	MAG ON 2　刀库运行 2
R0532.2	MAGOK1	MAG OK 1　刀库正常 1
R0532.3	MAGCHK	MAG ROT CHECK　刀库刀套检查
R0532.5	PTDNOK	POT DOWN OK　刀套落下正常
R0532.6	TUCLFA	AUTO TOOL UNCLAMP FAIL　自动刀具松开故障
R0532.7	TCLFA	AUTO TOOL CLAMP FAIL　自动刀具夹紧故障
R0533.0	AMIDDL	ARM MIDDLE POINT DELAY　机械手中间位置延时
R0533.1	AMID +	ARM MIDDLE POINT ON PULSE　机械手中间位置上升沿信号
R0533.2	AMID + A	ARM MID POINT ON PULSE AUX　机械手中间位置上升沿辅助信号
R0533.3	AMIDK	ARM MID POINT KEEP　机械手中间位置保持
R0533.4	AM0	ARM RETURN POINT　机械手返回点
R0533.5	AM0 +	ARM RETURN POINT ON PULSE　机械手返回点上升沿脉冲
R0533.6	AM0 + A	ARM RTN POINT ON PULSE AUX　机械手返回点上升沿辅助信号
R0533.7	AM0K	ARM RETURN POINT KEEP　机械手返回点保持
R0534.0	TF1	TOOL SEARCH ENABLE　刀具搜索使能
R0534.1	TF1DL	TOOL SEARCH ENABLE DELAY　刀具搜索使能延时
R0534.2	TSRHON	TOOL SEARCH ON　刀具搜索开始
R0534.3	TSRH +	TOOL SEARCH ON PULSE　刀具搜索开始上升沿脉冲
R0534.4	TSRH + A	TOOL SEARCH ON PULSE AUX　刀具搜索开始上升沿脉冲辅助信号
R0534.5	SHERR	TOOL ON. SEARCH ERROR　刀具搜索错误
R0534.7	RTO	MAG ROTATION 0　刀库旋转到 0 位
R0535.0	MGROT	MAG ROTATION CW/CCW　刀库正/反向旋转
R0535.1	TDEC	TOOL SEARCH DEC　刀具搜索检查
R0535.2	TDECK	TOOL SEARCH DEC KEEP　刀具搜索检查保持
R0535.3	TCOIN	T CODE = STANDBY TOOL　T 代码 = 待位刀号
R0535.4	TCOIN1	T CODE = STANDBY TOOL 1　T 代码 = 待位刀号 1
R0535.5	TCOSP	T CODE = SP TOOL　T 代码 = 主轴刀号
R0535.6	TCOSP1	T CODE = SP TOOL 1　T 代码 = 主轴刀号 1
R0536.0	MGACW	MAG AUTO CW　刀库自动正转
R0536.1	MGACCW	MAG AUTO CCW　刀库自动反转
R0536.2	MOVER1	DATA MOVE ERROR 1　数据传送错误 1
R0536.3	MOVER2	DATA MOVE ERROR 2　数据传送错误 2
R0536.4	MGCKDL	MAG CHECK DELAY　刀库检查延时

（续）

地址	信号缩写	信 号 说 明
R0536.5	MG ERR	MAG ERROR　刀库错误
R0536.6	RDY2	NC READY STATE NC　准备好状态
R0536.7	A60	ARM 60 ROTATION　机械手 60°旋转
R0537.0	A60 –	ARM 60 ROTATION OFF PULSE　机械手 60°旋转下降沿脉冲
R0537.1	A60 – A	ARM 60 ROT OFF PULSE AUX　机械手 60°旋转下降沿脉冲辅助信号
R0537.2	A180	ARM 180 ROTATION　机械手 180°旋转
R0537.3	A180 –	ARM 180 ROTATION OFF PULSE　机械手 180°旋转下降沿脉冲
R0537.4	A180 – A	ARM 180 ROT OFF PULSE AUX　机械手 180°旋转下降沿脉冲辅助信号
R0537.5	JIGCLP	JIG CLAMP　夹具夹紧
R0537.6	JIGUCL	JIG UNCLAMP　夹具松开
R0537.7	TUCLAU	TOOL UNCLAMP AUX　刀具松开辅助信号
R0538.0	ATUCL	AUTO TOOL UNCLAMP　自动刀具松开
R0538.1	MAGON	MAG ON　刀库运行
R0538.3	M06ENB	M06 ENABLE　M06 使能
R0538.4	M06 +	M06 ENB ON PULSE　M06 使能上升沿脉冲
R0538.5	M06 + A	M06 ENB ON PULSE AUX　M06 使能上升沿脉冲辅助信号
R0538.6	M6ENBK	M06 ENB KEEP　M06 使能保持
R0538.7	ATCOK	ATC OK　ATC 正常
R0539.0	ATCOK1	ATC OK 1　ATC 正常 1
R0539.1	TCHP	TOOL CHANGE POINT　刀具交换点
R0539.2	ARM0DL	ARM O POINT　机械手 0°位置
R0539.3	PTUPDL	POT UP DELAY　刀套抬起延时
R0539.4	PTDNDL	POT DOWN DELAY　刀套落下延时
R0539.5	TCLDL	SPINDLE TOOL CLAMP DELAY　主轴刀具夹紧延时
R0539.6	TUCLDL	SPINDLE TOOL UNCLAMP DELAY　主轴刀具松开延时
R0539.7	ATCSTB	ATC STANDBY　ATC 准备
R0540.0	A1	POT DOWN　刀套落下
R0540.1	A2	ARM 60　机械手正转 60°
R0540.2	PRECLP	TOOL UNCLAMP WHEN ARM 60 ACTIV　当机械手到 60°时刀具松开
R0540.3	A3	SPINDLE TOOL UNCLAMP　主轴刀具松开
R0540.4	A4	ARM 180　机械手正转 180°
R0540.5	SPBLWK	SPINDLE AIR BLOW KEEP　主轴吹气保持
R0540.6	SPBLDL	SPINDLE AIR BLOW DELAY　主轴吹气延迟
R0540.7	A5	SPINDLE TOOL CLAMP　主轴刀具夹紧
R0541.0	A6	ARM –60　机械手反转 60°
R0541.1	A7	POT UP　刀套抬起

（续）

地址	信号缩写	信 号 说 明
R0541. 2	STEP1	ATC STEP1（ARM 60）　换刀步骤 1
R0541. 3	STEP2	ATC STEP2（ARM 180）　换刀步骤 2
R0541. 4	STEP3	ATC STEP3（SP AIR BLOW）　换刀步骤 3
R0541. 5	STEP4	ATC STEP4（ARM －60）　换刀步骤 4
R0541. 6	STEP5	ATC STEP5（POT UP）　换刀步骤 5
R0541. 7	STEP6	ATC STEP6（ATC END）　换刀步骤 6
R0542. 0	ATCFIN	ATC FINISH　换刀完成
R0542. 1	ATFIN1	ATC FINISH 1　换刀完成 1
R0542. 2	SP CLP	SPINDLE CLAMP　主轴刀具夹紧
R0542. 3	SP UNC	SPINDLE UNCLAMP　主轴刀具松开
R0542. 4	M72OK	M72 OK M72　手臂旋转 60°完成
R0542. 5	M72A	M72 ACTIVE（ARM 60）　M72 手臂旋转 60°
R0542. 6	M74OK	M74 OK　M74 手臂旋转 180°完成
R0542. 7	M74A	M74 ACTIVE（ARM 180）　M74 手臂旋转 180°
R0543. 0	M76OK	M76 OK　M76 手臂返回 60°完成
R0543. 1	M76A	M76 ACTIVE（ARM －60）　M76 手臂返回 60°（机械手复位）
R0543. 2	ASEQ1	ARM SEQ1　手臂执行顺序 1
R0543. 3	ASEQ2	ARM SEQ2　手臂执行顺序 2
R0543. 4	ASEQ3	ARM SEQ3　手臂执行顺序 3
R0543. 5	M74AR	M74 ROT ARRIVAL　M74 旋转到达
R0543. 6	MAGINP	MAG. IN－POSITION　刀库在位
R0543. 7	A4－1	ARM 180　机械手旋转 180°
R0544. 0	ARMSTB	ARM STANDBY　机械手待位
R0544. 1	ATCAL	ATC ALARM　换刀报警
R0544. 2	ATCAL1	ATC ALARM 1　换刀报警 1
R0544. 3	2NDREF	2ND. REFERENCE POINT　第二参考点
R0544. 4	ATCITL	ATC INTERLOCK　换刀互锁
R0544. 5	ARJGSP	ARM JOG STOP　机械手手动停止
R0544. 6	ARJGPA	ARM JOG PAUSE　机械手手动脉冲
R0544. 7	ARJGDL	ARM JOG DELAY　机械手手动延时
R0545. 3	A2 OK	A2 OK　机械手第 2 循环完成
R0545. 4	M6TMP＋	M06 PULSE STANDBY　M06 准备脉冲
R0545. 5	MGON2	MAG ON 2　刀库运行 2
R0545. 6	ATC＋K	ATC PULSE KEEP　换刀脉冲保持
R0545. 7	M6TMPA	ATC PULSE AUX　换刀脉冲辅助信号
R0546. 0	M95KEP	M95 KEEP STATE（LADDER TOP）　M95 保持状态

（续）

地址	信号缩写	信号说明
R0546. 1	ARM0A	ARM 0 POINT AUX　机械手 0 点辅助信号
R0546. 2	AMIDA	ARM MID POINT AUX　机械手中点辅助信号
R0546. 3	ARMSPA	ARM STOP POINT AUX　机械手停止点辅助信号
R0546. 4	0	ZERO POINT　零点
R0546. 5	F0 + A	F0 ON PULSE AUX　F0 上升沿脉冲辅助信号
R0546. 6	F0 +	F0 ON PULSE　F0 上升沿脉冲
R0546. 7	ARMJOG	ARM JOG　机械手手动
R0547. 0	SPON	SPINDLE ON　主轴运行
R0547. 1	L1DL1	LOGIC 1 DELAY 1　逻辑 1 延时 1
R0547. 3	ARM0 + A	ARM 0 ON PULSE AUX　机械手 0°上升沿辅助信号
R0547. 4	ARM0 +	ARM 0 ON PULSE　机械手 0°上升沿
R0547. 5	AM60 + A	ARM 60 ON PULSE AUX　机械手 60°上升沿辅助信号
R0547. 6	AM60 +	ARM 60 ON PULSE　机械手 60°上升沿
R0548. 1	M95JOG	M95 LADDER END　M95 梯形图结束
R0548. 6	M95 -	M95 OFF PULSE　M95 下降沿脉冲
R0548. 7	M95 - A	M95 OFF PULSE AUX　M95 下降沿脉冲辅助信号
R0549. 0	M95TCH	M95 TOOL CHANGE PULSE　M95 刀具交换脉冲
R0549. 2	ARM0	ARM RETURN POINT　机械手返回点
R0549. 3	ARM60	ARM MIDDLE POINT　机械手中间位置
R0550. 1	ATSTB1	ATC STANDBY 1　自动换刀待位 1
R0551. 0	4MUCL	4TH. MANUAL UNCLAMP　第 4 轴手动松开（卡盘）
R0551. 1	4AUCL	4TH. AUTO UNCLAMP　第 4 轴自动松开（卡盘）
R0551. 5	4UCLP	4TH UNCLAMP　第 4 轴松开（卡盘）
R0551. 6	GCHFAL	GEAR CHANGE FAILURE　齿轮换挡失败
R0551. 7	GRINP	GEAR IN - POSITION　齿轮换挡到位
R0552. 0	A60K	ARM 60 POINT LATCH　机械手 60°锁住
R0552. 1	A180K	ARM 180 POINT LATCH　机械手 180°锁住
R0552. 2	60KPDL	ARM MIDDLE POINT LATCH DELAY　机械手中间位置锁住延时
R0552. 3	AZR +	ARM ZERO POINT ON PULSE　机械手零点上升沿脉冲
R0552. 4	AZR -	ARM ZERO POINT OFF PULSE　机械手零点下降沿脉冲
R0552. 5	AZR + A	ARM ZERO POINT PULSE AUX　机械手零点脉冲辅助信号
R0552. 6	AMD +	ARM MID POINT ON PULSE　机械手中点上升沿脉冲
R0552. 7	AMD -	ARM MID POINT OFF PULSE　机械手中点下降沿脉冲
R0553. 0	AMD + A	ARM MID POINT PULSE AUX　机械手中点脉冲辅助信号
R0553. 1	M70 +	M70 ON PULSE　M70 上升沿信号
R0553. 2	M70 + A	M70 ON PULSE AUX　M70 上升沿辅助信号

（续）

地址	信号缩写	信 号 说 明
R0553.3	JOGOFD	JOG MODE OFF DELAY　手动模式断开延时
R0553.4	AM60A	ARM MIDDLE POINT　机械手中点
R0553.5	AM0A	ARM RETURN POINT　机械手返回点
R0553.6	M94 +	M94 ON PULSE　M94 上升沿脉冲
R0553.7	M94 + A	M94 ON PULSE AUX　M94 上升沿脉冲辅助信号
R0555.0	X > -30	X COORDINATE > -30MM　X 坐标大于 -30MM
R0555.1	X >30	X COORDINATE > 30MM　X 坐标大于 30MM
R0555.2	Y > -30	Y COORDINATE > -30MM　Y 坐标大于 -30MM
R0555.3	Z > -30	Z COORDINATE > -30MM　Y 坐标大于 30MM
R0555.4	WINFIN	WINDOW FUNCTION FIN　WINDOW 功能完成
R0555.5	M70FIN	TOOL DATA WRITE FINISH　刀具数据写入完成
R0555.6	GCHOVR	GEAR CHANGE OVER　齿轮换挡结束
R0660.3	MGON +	MAG ON P. B ON PULSE　刀库运转按钮上升沿信号

附　　录

附录 A　地址表（按功能排序）

功能	信号名称	符号	地址	T 系列	M 系列
通过 I/O LINK 的数据输入/输出功能	Power Mate 后台操作信号	BGEN	G092#4	○	○
	Power Mate 读/写报警信号	BGIALM	G092#3	○	○
	Power Mate 读/写进行中信号	BGION	G092#2	○	○
	从装置诊断选择信号	EDGN	F177#7	○	○
	从装置参数选择信号	EPARM	F177#6	○	○
	从装置程序选择信号	EPRG	F177#4	○	○
	从装置外部读开始信号	ERDIO	F177#1	○	○
	从装置读/写停止信号	ESTPIO	F177#2	○	○
	从装置宏变量选择信号	EVAR	F177#5	○	○
	从装置外部写开始信号	EWTIO	F177#3	○	○
	外部阅读机开始信号	EXRD	G58#1	○	○
	外部阅读机/穿孔机停止信号	EXSTP	G58#2	○	○
	外部穿孔机开始信号	EXWT	G58#3	○	○
	I/O LINK 检测信号	IOLACK	G092#0	○	○
	从装置 I/O LINK 选择信号	IOLINK	F177#0	○	○
	I/O LINK 指定信号	IOLS	G092#1	○	○
	阅读机/穿孔机报警信号	RPALM	F053#3	○	○
	阅读机/穿孔机忙信号	PRBSY	F53#2	○	○
	组号指定信号	SRLNI0 ~ SRLNI3	G091#0 ~ #3	○	○
	组号输出信号	SRLNO0 ~ SRLNO3	F178#0 ~ #3	○	○
外部 I/O 设备控制	外部阅读机开始信号	EXRD	G058#1	○	○
	外部穿孔机开始信号	EXWT	G058#3	○	○
	外部阅读机/穿孔机停止信号	EXSTP	G058#2	○	○
	后台编辑信号	BGEACT	F053#4	○	○
	阅读机/穿孔机忙信号	RPBSY	F053#2	○	○
	阅读机/穿孔机报警信号	RPALM	F053#3	○	○

（续）

功能	信号名称	符号	地址	T 系列	M 系列
报警信号	报警信号	AL	F001#0	○	○
	电池报警信号	BAL	F001#2	○	○
异常负载检测	异常负载检测忽略信号	IUDD1 ~ IUDD4	G125	○	○
	伺服轴异常负载检测信号	ABTQSV	F090#0	○	○
	第 1 主轴异常负载检测信号	ABTSP1	F090#1	○	○
	第 2 主轴异常负载检测信号	ABTSP2	F090#2	○	○
位置显示忽略	位置显示忽略信号	NPOS1 ~ MPOS4	G198	○	○
一个程序段内的多个 M 指令	第 2M 功能代码信号	M200 ~ M215	F014 ~ F015	○	○
	第 3M 功能代码信号	M300 ~ M315	F016 ~ F017	○	○
	第 2M 功能选通信号	MF2	F008#4	○	○
	第 3M 功能选通信号	MF3	F008#5	○	○
英制/公制转换	英制输入信号	INCH	F002#0	○	○
分度转台分度功能（M 系列）	B 轴夹紧信号	BCLP	F061#1	—	○
	B 轴夹紧完成信号	* BECLP	G038#6	—	○
	B 轴松开信号	BUCLP	F061#0	—	○
	B 轴松开完成信号	* BEUCP	G038#6	—	○
到位检测	到位检测信号	INP1 ~ INP4	F104	○	○
AI 先行控制	AI 先行控制方式信号	AICC	F062#0	—	○
F1 位数进给（M 系列）	F1 位进给选择信号	F1D	G016#7	—	○
误差检测（T 系列）	误差检测信号	SMZ	G053#6	○	—
超程信号	超程信号	* −L1 ~ * +L4	G114	○	○
		* −L1 ~ * −L4	G116	○	○
倍率取消	倍率取消信号	OVC	G006#4	○	○
进给速度倍率	进给速度倍率信号	* FV0 ~ * FV7	G012	○	○
跳过任选程序段/跳过附加任选程序段	选择跳过程序段信号	BDT1，BDT2 ~ BDT9	G044#0，G045	○	○
	选择跳过程序段检测信号	MBDT1，MBDT2 ~ MBDT9	G004#0，F005	○	○
外部键输入	外部键盘输入方式选择信号	ENBKY	G066#1	○	○
	键代码信号	EKC0 ~ EKC7	G098	○	○
	键代码读信号	EKSET	G066#7	○	○
	键代码读取完成信号	EKENB	F053#7	○	○
	键输入无效信号	INHKY	F053#0	○	○
	编程屏幕显示方式信号	PRGDPL	F053#1	○	○

（续）

功能	信号名称	符号	地址	T 系列	M 系列
外部减速	外部减速信号	*+ED1 ~ *+ED4	G118	○	○
		* −ED1~* −ED4	G120	○	○
外部数据输入	外部数据输入的数据信号	ED0 ~ ED15	G000，G001	○	○
	外部数据输入的地址信号	EA0 ~ EA6	G002#0 ~ #6	○	○
	外部数据输入的读信号	ESTB	G002#7	○	○
	外部数据输入的读取完成信号	EREND	F060#0	○	○
	外部数据输入的检索完成信号	ESEND	F060#1	○	○
	外部数据输入的检索取消信号	ESCAN	F060#2	○	○
外部运动功能（M 系列）	外部操作信号	EF	F008#0	—	○
外部程序输入	外部程序输入启动信号	MINP	G058#0	○	○
外部工件号检索	工件号检索信号	PN1，PN2，PN4，PN8，PN16	G009#0 ~ #4	○	○
扩展型外部工件号检索	扩展工件号检索信号	EPN0 ~ EPN13	G024#0 ~ #7 G025#0 ~ #5	○	○
	扩展工件号检索开始信号	EPNS	G025#7	○	○
用户宏程序	用户宏程序输入信号	UI000 ~ UI015	G054，G055	○	○
	用户宏程序输出信号	UO000 ~ UO015	F054，F055	○	○
		UO100 ~ UO131	F056 ~ F059	○	○
运行时间和零件的计数显示	所需零件计数达到信号	PRTSF	F062#7	○	○
	多种用途的积分器启动信号	TMRON	G053#0	○	○
清屏/自动清屏	自动清屏无效信号	* CRTOF	G062#1	○	○
简单同步控制	简单同步轴选择信号	SYNC1 ~ SYNC4	G138	○	○
	简单同步手动进给轴选择信号	SYNCJ1 ~ SYNCJ4	G140	—	○
斜轴控制	对于垂直轴角度控制轴无效	NOZAGC	G063#5	○	○
刀具寿命管理	换刀信号	TLCH	F064#0	○	○
	换刀复位信号	TLRST	G048#7	○	○
	独立换刀信号	TLCHI	F064#2	—	○
	刀具寿命到期通知信号	TLCHB	F064#3	—	○
	独立换刀复位信号	TLRSTI	G048#6	—	○
	刀具跳过信号	TLSKP	G048#5	○	○
	新刀具选择信号	TLNW	F064#1	○	○
	刀具组号选择信号	TL01 ~ TL256	G047#0 ~ G48#0	—	○
		TL01 ~ TL64	G047#0 ~ #6	○	—
	刀具寿命计数倍率信号	* TLV0 ~ * TLV9	G049#0 ~ G050#1	—	○

（续）

功能	信号名称	符号	地址	T 系列	M 系列
自动刀具长度测量（M 系列）/自动刀具偏置（T 系列）	测量位置到达信号	XAE	X004#0	○	○
		YAE	X004#1	—	○
		ZAE	X004#2	—	○
		ZAE	X004#1	○	—
刀具偏置值测量 B 的输入（T 系列）	刀具偏移量写入方式选择信号	GOQSM	G039#7	○	—
	刀具偏移量写入信号	＋MIT1，＋MIT2	X004#2，X004#4	○	—
		－MIT1，－MIT2	X004#3，X004#5	○	—
	刀具偏移号选择信号	OFN0～OFN5	G039#0～#5	○	—
	工件坐标系偏移量写入方式选择信号	WOQSM	G039#6	○	—
	工件坐标系偏移量写入信号	WOSET	G040#7	○	—
刀具偏置值测量 A 的输入（T 系列）	位置记录信号	PRC	G040#6	○	—
高速 M/S/T/B 接口	辅助功能结束信号	MFIN	G005#0	○	—
	主轴功能结束信号	SFIN	G005#2	○	○
	刀具功能结束信号	TFIN	G005#3	○	○
	第 2 辅助功能结束信号	BFIN	G005#4	○	—
		BFIN	G005#7	—	○
	第 2M 功能结束信号	MFIN2	G004#4	○	○
	第 3M 功能结束信号	MFIN3	G004#5	○	○
	高速接口的外部操作信号	EFD	F007#1	—	○
	外部操作功能结束信号	EFIN	G005#1	—	○
高速跳转信号	高速跳转状态信号	HDO0	F122#0	○	○
固定循环（M 系列）/孔加工固定循环（T 系列）	攻螺纹信号	TAP	F001#5	○	○
伺服关闭（机械手轮）	伺服关断信号	SVF1～SVF4	G126	○	○
伺服/主轴电动机速度检测	电动机速度检测功能使能信号	MSDFON	D016#0	○	○
	伺服电动机速度检测信号	DSV1～DSV4	Y（n＋0）	○	○
	主轴电动机速度检测信号	DSP1，DSP2	Y（n＋1）#0，#1	○	○
循环启动/进给	循环启动	ST	G007#2	○	○
暂停	进给暂停信号	*SP	G008#5	○	○
	自动运行信号	OP	F000#7	○	○
	循环启动灯信号	STL	F000#5	○	○
	进给暂停灯信号	SPL	F000#4	○	○

（续）

功能	信号名称	符号	地址	T 系列	M 系列
Cs 轮廓控制	Cs 轮廓控制转换信号	CON	G027#7	○	○
	Cs 轮廓控制转换结束信号	FSCSL	F044#1	○	○
轴运动状态的输出	轴移动信号	MV1 ~ MV4	F102	○	○
	轴移动方向信号	MVD1 ~ MVD4	F106	○	○
实际主轴速度输出	实际主轴速度信号	AR0 ~ AR15	F040，F041	○	—
恒表面切削线速度控制	恒表面切削速度信号	CSS	F002#2	○	○
多主轴控制（T 系列）	主轴停止完成信号	SPSTP	G028#6	○	—
	主轴松开信号	SUCLP	F038#1	○	—
	主轴松开完成信号	* SUCPF	G028#4	○	—
	主轴夹紧信号	SCLP	F038#0	○	—
	主轴夹紧完成信号	* SCPF	G028#5	○	—
主轴定向	主轴定向外部停止位置指令信号	SHA00 ~ SHA11	G078#0 ~ G079#3	○	○
		SHB00 ~ SHB11	G080#0 ~ G081#3	○	○
主轴串行输出/主轴模拟输出	转矩限制指令 LOW 信号（串行主轴）	TLMLA	G070#0	○	○
		TLMLB	G074#0	○	○
	转矩限制指令 HIGH 信号（串行主轴）	TLMHA	G070#1	○	○
		TLMHB	G074#1	○	○
	离合器/齿轮信号（串行主轴）	CTH1A，CTH2A	G070#3，G070#2	○	○
		CTH1B，CTH2B	G074#3，G074#2	○	○
	CCW 指令信号（串行主轴）	SRVA	G070#4	○	○
		SRVB	G074#4	○	○
	CW 指令信号（串行主轴）	SFRA	G070#5	○	○
		SFRB	G074#5	○	○
	定向指令信号（串行主轴）	ORCMA	G070#6	○	○
		ORCMB	G074#6	○	○
	机床就绪信号（串行主轴）	MRDYA	G070#7	○	○
		MRDYB	G074#7	○	○
	报警复位信号（串行主轴）	ARSTA	G071#0	○	○
		ARSTB	G075#0	○	○
	急停信号（串行主轴）	* ESPA	G071#1	○	○
		* ESPB	G075#1	○	○
	主轴选择信号（串行主轴）	SPSLA	G071#2	○	○
		SPALB	G075#2	○	○
	动力线切换结束信号（串行主轴）	MCFNA	G071#3	○	○
		MCFFNB	G075#3	○	○

（续）

功能	信号名称	符号	地址	T 系列	M 系列
主轴串行输出/主轴模拟输出	软启动/停止取消信号（串行主轴）	SOCNA	G071#4	○	○
		SOCNB	G075#4	○	○
	速度积分信号（串行主轴）	INTGA	G071#5	○	○
		INTGB	G075#5	○	○
	输出切换请求信号（串行主轴）	RSLA	G071#6	○	○
		RSLB	G075#6	○	○
	动力线状态检测信号（串行主轴）	RCHA	G071#7	○	○
		RCHB	G075#7	○	○
	准停位置改变指令信号（串行主轴）	INDXA	G072#0	○	○
		INDXB	G076#0	○	○
	准停位置改变时的旋转方向指令信号（串行主轴）	ROTAA	G072#1	○	○
		ROTAB	G076#1	○	○
	准停位置改变时的最短距离指令信号（串行主轴）	NRROA	G072#2	○	○
		NRROB	G076#2	○	○
	速度微分方式指令信号（串行主轴）	DEFMDA	G072#3	○	○
		DEFMDB	G076#3	○	○
	模拟倍率信号（串行主轴）	OVRIDA	G072#4	○	○
		OVTIDB	G076#4	○	○
	增量指令外部设定定向信号（串行主轴）	INCMDA	G072#5	○	○
		INCMDB	G076#5	○	○
	主轴切换主 MCC 触点状态信号（串行主轴）	MFNHGA	G072#6	○	○
		MFNHGB	G076#6	○	○
	主轴切换 HIGH MCC 触点状态信号（串行信号）	RCHHGA	G072#7	○	○
		RCHHGB	G076#7	○	○
	磁传感器定向指令信号（串行主轴）	MORCMA	G073#0	○	○
		MORCMB	G077#0	○	○
	从动运行方式指令信号（串行主轴）	SLVA	G073#1	○	○
		SLVB	G077#1	○	○
	电动机动力切断指令信号（串行主轴）	MPOFA	G073#2	○	○
		MPOFB	G077#2	○	○
	断线检测无效信号	DSCNA	G073#4	○	○
		DSCNB	G077#4	○	○
	报警信号（串行主轴）	ALMA	F045#0	○	○
		ALMB	F049#0	○	○
	速度零信号（串行主轴）	SSTA	F045#1	○	○
		SSTB	F049#1	○	○

（续）

功能	信号名称	符号	地址	T 系列	M 系列
主轴串行输出/主轴模拟输出	速度检测信号（串行主轴）	SDTA	F045#2	○	○
		SDTB	F049#2	○	○
	速度到达信号（串行主轴）	SARA	F045#3	○	○
		SARB	F049#3	○	○
	负载检测信号 1（串行主轴）	LDT1A	F045#4	○	○
		LDT1B	F049#4	○	○
	负载检测信号 2（串行主轴）	LDT2A	F045#5	○	○
		LDT2B	F049#5	○	○
	转矩限制信号（串行主轴）	TLMA	F045#6	○	○
		TLMB	F049#6	○	○
	定向结束（串行主轴）	ORARA	F045#7	○	○
		ORARB	F049#7	○	○
	动力线切换信号（串行主轴）	CHPA	F046#0	○	○
		CHPB	F050#0	○	○
	主轴切换完成信号（串行主轴）	CFINA	F046#1	○	○
		CFINB	F050#1	○	○
	输出切换信号（串行主轴）	RCHPA	F046#2	○	○
		RCHPB	F050#2	○	○
	输出切换完成信号（串行主轴）	RCFNA	F046#3	○	○
		RCFNB	F050#3	○	○
	从动运行状态信号（串行主轴）	SLVSA	F046#4	○	○
		SLVSB	F050#4	○	○
	位置编码器定向接近信号（串行主轴）	PORA2A	F046#5	○	○
		PORA2B	F050#5	○	○
	磁传感器定向完成信号（串行主轴）	MORA1A	F046#6	○	○
		MORA2B	F050#6	○	○
	磁传感器定向接近信号（串行主轴）	MORA2A	F046#7	○	○
		MORA2B	F050#7	○	○
	增量定向方式信号（串行主轴）	INCSTA	F047#1	○	○
		INCSTB	F051#1	○	○
	电动机励磁关断状态信号	EXOFA	F047#4	○	○
		EXOFB	F051#4	○	○

（续）

功能	信号名称	符号	地址	T 系列	M 系列
主轴速度控制	主轴停信号	* SSTP	G029#6	○	○
	主轴定向信号	SOR	G029#5	○	○
	主轴速度倍率信号	SOV0 ~ SOV7	G030	○	○
	主轴速度到达信号	SAR	G029#4	○	○
	主轴使能信号	ENB	F001#4	○	○
	齿轮挡选择信号（M 型换挡）	GR1O，GR2O，GR3O	F034#0 ~ #2	—	○
	齿轮挡选择信号（T 型换挡）	GR1，GR2	G028#1，G028#2	○	○
	S12 位代码信号	R01O ~ R12O	F036#0 ~ F037#3	○	○
主轴速度波动的检测	主轴波动检测报警信号	SPAL	F035#0	○	○
主轴同步控制	主轴同步控制信号	SPSYC	G038#2	○	○
	主轴相位同步控制信号	SPPHS	G038#3	○	○
	主轴同步速度控制结束信号	FSPSY	F044#2	○	○
	主轴相位同步控制结束信号	FSPPH	F044#3	○	○
	主轴同步控制报警信号	SYCAL	F044#4	○	○
手轮进给	手轮进给轴选择信号	HS1A ~ HS1D	G018#0 ~ #3	○	○
		HS2A ~ HS2D	G018#4 ~ #7	○	○
		HS3A ~ HS3D	G019#0 ~ #3	—	○
	手轮进给量选择信号（增量进给信号）	MP1，MP2	G019#4，G019#5	○	○
手轮中断	手轮中断轴选择信号	HS1IA ~ HS2ID	G041#0 ~ #3	○	○
		HS2IA ~ HS2ID	G041#4 ~ #7	○	○
		HS3IA ~ HS3ID	G042#0 ~ #3	—	○
手动返回参考位置	手动返回参考点选择信号	ZRN	G043#7	○	○
	手动返回参考点选择检测信号	MREF	F004#5	○	○
	手动返回参考点减速信号	* DEC1 ~ * DEC4	X009	○	○
	返回参考点结束信号	ZP1 ~ ZP4	F094	○	○
	参考点建立信号	ZRF1 ~ ZRF4	F120	○	○
JOG 进给/增量进给	进给轴和方向选择信号	+ J1 ~ + J4	G100	○	○
		− J1 ~ − J4	G102	○	○
	手动进给速度倍率信号	* JV1 ~ * JV15	G010，G011	○	○
	手动快速移动选择信号	RT	G019#7	○	○
NC 就绪信号	NC 就绪信号	MA	F001#7	○	○
	伺服就绪信号	SA	F000#6	○	○
小孔步进钻孔循环（M 系列）	过载转矩信号	SKIP	X004#7	—	○
	小深孔钻削进行中信号	PECK2	F066#5	—	○

（续）

功能	信号名称	符号	地址	T 系列	M 系列
状态输出信号	快速进给信号	RPDO	F002#1	○	○
	切削进给信号	CUT	F002#6	○	○
单程序段	单程序段信号	SBK	G046#1	○	○
	单程序段检测信号	MSBK	F004#3	○	○
跳转功能	跳转信号	SKIP	X004#7	○	○
		SKIPP	G006#6	○	—
启动锁住/互锁	启动锁住信号	STLK	G007#1	○	—
	互锁信号	* IT	G008#0	○	○
	各轴互锁信号	* IT1 ~ * IT4	G130	○	○
	各轴和各方向手动进给互锁信号	+ MIT1，+ MIT2	X004#2，X004#4	○	—
	各轴和各方向手动进给互锁信号	- MIT1，MIT2	X004#3，X004#5	○	—
	各轴和方向互锁信号	+ MIT1 ~ + MIT4	G132#0 ~ #3	—	○
		- MIT1 ~ - MIT4	G134#0 ~ #3	—	○
	切削程序段开始互锁信号	* CSL	G008#1	○	○
	程序段开始互锁信号	* BSL	G008#3	○	○
存储行程极限检测 1	坐标轴方向存储行程限位开关信号	+ EXL1 ~ + EXL4	G104	○	○
		- EXL1 ~ - EXL4	G105	○	○
	存储行程极限选择信号	EXLM	G007#6	○	○
	存储行程外部设定信号	+ LM1 ~ + LM4	G110	—	○
		- LM1 ~ - LM4	G110	—	○
	行程限位解除信号	RLSOT	G007#7	—	○
	行程限位到达信号	+ OT1 ~ + OT4	F124	—	○
		- OT1 ~ - OT4	F126	—	○
存储行程极限检查 2、3	行程限位 3 解除信号	RLSOT3	G007#4	○	○
绝对位置检测	绝对位置检测器电池零报警信号	PBATZ	F172#6	○	○
	绝对位置检测器电池电压低报警信号	PBATL	F172#7	○	○
先行控制（M 系列）	先行控制方式信号	G08MD	F066#0	—	○
软操作面板	软操作面板信号（MD1）	MD1O	F073#0	○	○
	软操作面板信号（MD2）	MD2O	F073#1	○	○
	软操作面板信号（MD4）	MD4O	F073#2	○	○
	软操作面板信号（ZRN）	ZRNO	F073#4	○	○
	软操作面板信号（+ J1 ~ + J4）	+ J1O ~ + J4O	F081#0，F081#2，F081#4，F081#6	○	○
	软操作面板信号（- J1 ~ - J4）	- J1O ~ - J4O	F081#1，F081#3，F081#5，F081#7	○	○
	软操作面板信号（RT）	RTO	F077#6	○	○
	软操作面板信号（HS1A）	HS1AO	F077#0	○	○
	软操作面板信号（HS1B）	HS1BO	F077#1	○	○

（续）

功能	信号名称	符号	地址	T 系列	M 系列
软操作面板	软操作面板信号（HSIC）	HS1CO	F077#2	○	○
	软操作面板信号（HS1D）	HS1DO	F077#3	○	○
	软操作面板信号（MP1）	MP1O	F076#0	○	○
	软操作面板信号（MP2）	MP2O	F076#1	○	○
	软操作面板信号（* JV0 ~ * JV15）	* JV0O ~ * JV15O	F079，F080	○	○
	软操作面板信号（* FV0 ~ * FV7）	* FV0O ~ * FV7O	F078	○	○
	软操作面板信号（ROV1）	ROV1O	F076#4	○	○
	软操作面板信号（ROV2）	ROV2O	F076#5	○	○
	软操作面板信号（BDT）	BDTO	F075#2	○	○
	软操作面板信号（SBK）	SBKO	F075#3	○	○
	软操作面板信号（MLK）	MLKO	F075#4	○	○
	软操作面板信号（DRN）	DRNO	F075#5	○	○
	软操作面板信号（KEY1 ~ KEY4）	KEYO	F075#6	○	○
	软操作面板信号（* SP）	SPO	F075#7	○	○
	软操作面板通用开关信号	OUT0 ~ OUT7	F072	○	○
返回第 2 参考位置/返回第 3 参考位置/返回第 4 参考位置	第 2 参考位置返回结束信号	ZP21 ~ ZP24	F096	○	○
	第 3 参考位置返回结束信号	ZP31 ~ ZP34	F098	○	○
	第 4 参考位置返回结束信号	ZP41 ~ ZP44	F100	○	○
多级跳转	跳转信号	SKIP2 ~ SKIP6，SKIP7，SKIP8	X004#2 ~ #6，X004#0，X004#1	○	○
复合固定循环（M 系列）/固定循环（T 系列）	倒角信号	CDZ	G053#7	○	—
卡盘/尾架屏蔽（T 系列）	尾架屏蔽选择信号	* TSB	G060#7	○	—
撞块式参考位置设定	冲撞式参考位置设定的扭矩极限到达信号	CLRCH1 ~ CLRCH8	F180	○	○
DNC 运行	DNC 运行选择信号	DNCI	G043#5	○	○
	DNC 运行选择确认信号	MRMT	F003#4	○	○
空运行	空运行信号	DRN	G046#7	○	○
	空运行检测信号	MDRN	F002#7	○	○
转矩限制跳转（T 系列）	转矩极限到达信号	TRQL1 ~ TRQL8	F114	○	—

（续）

功能	信号名称	符号	地址	T 系列	M 系列
补偿值输入	主轴测量选择信号	S2TLS	G040#5	○	—
	主轴 1 测量信号	S1MES	F062#3	○	—
	主轴 2 测量信号	S2MES	F062#4	○	—
螺纹切削	螺纹切削信号	THRD	F002#3	○	○
快速移动倍率	快速进给倍率信号	ROV1，ROV2	G014#0，G014#1	○	○
	1% 快速进给倍率选择信号	HROV	G096#7	○	○
	1% 快速进给倍率信号	HROV0 ~ HROV6	G096#0 ~ #6	○	○
用 PMC 或个人计算机直接运行	直接运行选择信号	DMMC	G042#7	○	○
PMC 轴控制	控制轴选择信号（PMC 轴控制）	EAX1 ~ EAX4	G136	○	○
	轴控制高级指令信号	EASIP1 ~ EASIP4	G200	○	○
	轴控制指令信号（PMC 轴控制）	EC0A ~ EC6A	G143#0 ~ #6	○	○
		EC0B ~ EC6B	G155#0 ~ #6	○	○
		EC0C ~ EC6C	G167#0 ~ #6	○	○
		EC0D ~ EC6D	G179#0 ~ #6	○	○
	控制轴进给速度信号	EIF0A ~ EIF15A	G144，G145	○	○
		EIF0B ~ EIF15B	G156，G157	○	○
		EIF0C ~ EIF15C	G168，G169	○	○
		EIF0D ~ EIF15D	G180，G181	○	○
	轴控制指令读入信号（PMC 轴控制）	EBUFA	G142#7	○	○
		EBUFB	G154#7	○	○
		EBUFC	G166#7	○	○
		EBUFD	G178#7	○	○
	轴控制数据信号（PMC 轴控制）	EID0A ~ EID31A	G146 ~ G149	○	○
		EID0B ~ EID31B	G158 ~ G161	○	○
		EID0C ~ EID31C	G170 ~ G173	○	○
		EID0D ~ EID31D	G182 ~ G185	○	○
	控制轴指令读入完成信号（PMC 轴控制）	EBSYA	F130#7	○	○
		EBSYB	F133#7	○	○
		EBSYC	F136#7	○	○
		EBSYD	F139#7	○	○
	复位信号（PMC 轴控制）	ECLRA	G142#6	○	○
		ECLRB	G154#6	○	○
		ECLRC	G166#6	○	○
		ECLRD	G178#6	○	○

（续）

功能	信号名称	符号	地址	T 系列	M 系列
PMC 轴控制/PMC 轴速度控制功能	轴控制暂停信号（PMC 轴控制）	ESTPA	G142#5	○	○
		ESTPB	G154#5	○	○
		ESTPC	G166#5	○	○
		ESTPD	G178#5	○	○
	程序段停止信号（PMC 轴控制）	ESBKA	G142#3	○	○
		ESBKB	G154#3	○	○
		ESBKC	G166#3	○	○
		ESBKD	G178#3	○	○
	程序段停无效信号（PMC 轴控制）	EMSBKA	G143#7	○	○
		EMSBKB	G155#7	○	○
		EMSBKC	G167#7	○	○
		EMSBKD	G179#7	○	○
	辅助功能代码信号（PMC 轴控制）	EM11A～EM48A	F132，F142	○	○
		EM11B～EM48B	F135，F145	○	○
		EM11C～EM48C	F138，F148	○	○
		EM11D～EM48D	F141，F151	○	○
	辅助功能选通信号（PMC 轴控制）	EMFA	F131#0	○	○
		EMFB	F134#0	○	○
		EMFC	F137#0	○	○
		EMFD	F140#0	○	○
	辅助功能结束信号（PMC 轴控制）	EFINA	G142#0	○	○
		EFINB	G154#0	○	○
		EFINC	G166#0	○	○
		EFIND	G178#0	○	○
	伺服关闭信号（PMC 轴控制）	ESOFA	G142#4	○	○
		ESOFB	G154#4	○	○
		ESOFC	G166#4	○	○
		ESOFD	G178#4	○	○
	缓冲禁止信号（PMC 轴控制）	EMBUFA	G142#2	○	○
		EMBUFB	G154#2	○	○
		EMBUFC	G166#2	○	○
		EMBUFD	G178#2	○	○
	累积的零位检测信号	ELCKZA	G142#1	○	○
		ELCKZB	G154#1	○	○
		ELCKZC	G166#1	○	○
		ELCKZD	G178#1	○	○

（续）

功能	信号名称	符号	地址	T 系列	M 系列
PMC 轴控制	控制轴选择状态信号（PMC 轴控制）	* EAXSL	F129#7	○	○
	到位信号（PMC 轴控制）	EINPA	F130#0	○	○
		EINPB	F133#0	○	○
		EINPC	F136#0	○	○
		EINPD	F139#0	○	○
	零跟随误差检测信号（PMC 轴控制）	ECKZA	F130#1	○	○
		ECKZB	F133#1	○	○
		ECKZC	F136#1	○	○
		ECKZD	F139#1	○	○
	报警信号（PMC 轴控制）	EIALA	F130#2	○	○
		EIALB	F133#2	○	○
		EIALC	F136#2	○	○
		EIALD	F139#2	○	○
	轴移动信号（PMC 轴控制）	EGENA	F130#4	○	○
		EGENB	F133#4	○	○
		EGENC	F136#4	○	○
		EGEND	F139#4	○	○
	辅助功能执行信号（PMC 轴控制）	EDENA	F130#3	○	○
		EDENB	F133#3	○	○
		EDENC	F136#3	○	○
		EDEND	F139#3	○	○
	负向超程信号（PMC 轴控制）	EOTNA	F130#6	○	○
		EOTNB	F133#6	○	○
		EOTNC	F136#6	○	○
		EOTND	F139#6	○	○
	正向超程信号（PMC 轴控制）	EOTPA	F130#5	○	○
		EOTPB	F133#5	○	○
		EOTPC	F136#5	○	○
		EOTPD	F139#5	○	○
	进给速度倍率信号（PMC 轴控制）	* FV0E ~ * FV7E	G151	○	○
	倍率取消信号（PMC 轴控制）	OVCE	G150#5	○	○
	快速进给倍率信号（PMC 轴控制）	ROV1E，ROV2E	G150#0，G150#1	○	○
	空运行信号（PMC 轴控制）	DRNE	G150#7	○	○
	手动快速进给选择信号（PMC 轴控制）	RTE	G150#6	○	○
	倍率 0% 信号（PMC 轴控制）	EOV0	F129#5	○	○

（续）

功能	信号名称	符号	地址	T 系列	M 系列
PMC 轴控制	跳转信号（PMC 轴控制）	ESKIP	X004#6	○	○
	分配结束信号（PMC 轴控制）	EADEN1 ~ EADEN4	F112	○	○
	缓冲器满信号（PMC 轴控制）	EABUFA	F131#1	○	○
		EABUFB	F134#1	○	○
		EABUFC	F137#1	○	○
		EABUFD	F140#1	○	○
	控制信号（PMC 轴控制）	EACNT1 ~ EACNT4	F182	○	○
PMC 的主轴输出控制	PMC 控制主轴速度输出控制信号	SIND	G033#7	○	○
		SIND2	G035#7	○	○
		SIND3	G037#7	○	○
	主轴电动机速度指令信号	R01I ~ R12I	G032#0 ~ G033#3	○	○
		R01I2 ~ R12I2	G034#0 ~ G035#3	○	○
		R01I3 ~ R12I3	G036#0 ~ G037#3	○	○
	主轴电动机指令输出极性选择信号	SSIN	G033#6	○	○
		SSIN2	G035#6	○	○
		SSIN3	G037#6	○	○
	主轴电动机指令极性选择信号	SGN	G033#5	○	○
		SGN2	G035#5	○	○
		SGN3	G037#5	○	○
I/O LINK β 系列伺服电动机手摇轮接口（外部设备控制）	手摇脉冲发生器选择信号	IOLBH2	G199#0	○	○
	手摇脉冲发生器选择信号	IOLBH3	G199#1	○	○
急停	急停信号	* ESP	G008#4	○	○
		* ESP	X008#4	○	○
VRDY OFF 报警忽略信号	所有轴 VRDY OFF 报警忽略信号	IGNVRY	G066#0	○	○
	各轴 VRDY OFF 报警忽略信号	IGVRY1 ~ IGVRY4	G192	○	○
跟踪	跟踪信号	* FLWU	G007#5	○	○
程序再启动	程序再启动信号	SRN	G006#0	○	○
	程序再启动中信号	SRNMV	F002#4	○	○
位置开关	位置开关信号	PSW01 ~ PSW16	F070#0 ~ F071#7	○	○

（续）

功能	信号名称	符号	地址	T 系列	M 系列
辅助功能/第 2 辅助	辅助功能代码信号	M00 ~ M31	F010 ~ F013	○	○
	辅助功能选通信号	MF	F007#0	○	○
	M 译码信号	DM00	F009#7	○	○
		DM01	F009#6	○	○
		DM02	F009#5	○	○
		DM30	F009#4	○	○
	主轴功能代码信号	S00 ~ S31	F022 ~ F025	○	○
	主轴功能选通信号	SF	F007#2	○	○
	刀具功能代码信号	T00 ~ T31	F026 ~ F029	○	○
	刀具功能选通信号	TF	F007#3	○	○
	第 2 辅助功能代码信号	B00 ~ B31	F030 ~ F033	○	○
	第 2 辅助功能选通信号	BF	F007#4	○	—
		BF	F007#7	—	○
	结束信号	FIN	G004#3	○	○
	分配结束信号	DEN	F001#3	○	○
辅助功能锁住	辅助功能锁住信号	AFL	G005#6	○	○
	辅助功能锁住检查信号	MAFL	F004#4	○	○
多边形车削	多边形同步中信号	PSYN	F063#7	○	—
机床锁住	所有轴机床锁住信号	MLK	G044#1	○	○
	各轴机床锁住信号	MLK1 ~ MLK4	G108	○	○
	所有轴机床检测信号	MMLK	F004#1	○	○
手动绝对值 ON/OFF	手动绝对值信号	* ABSM	G006#2	○	○
	手动绝对值检测信号	MABSM	F004#2	○	○
多主轴控制（T 系列）	主轴选择信号	SWS1	G027#0	○	○
		SWS2	G027#1	○	○
		SWS3	G027#2	○	○
	各主轴停信号	* SSTP1	G027#3	○	○
		* SSTP2	G027#4	○	○
		* SSTP3	G027#5	○	○
	齿轮挡选择信号（输入）	GR21	G029#0	○	○
	第 2 位置编码器选择信号	PC2SLC	G028#7	○	○
	主轴使能信号	ENB2	F038#2	○	○
		ENB3	F038#3	○	○
镜像	镜像信号	MI1 ~ MI4	G106	○	○
	镜像检测信号	MMI1 ~ MMI4	F108	○	○
存储器保护键	存储器保护信号	KEY1 ~ KEY4	G046#3 ~ #6	○	○

（续）

功能	信号名称	符号	地址	T 系列	M 系列
方式选择	方式选择信号	MD1，MD2，MD4	G043#3～#2	○	○
	手动数据输入选择检测信号	MMDI	F003#3	○	○
	自动运行选择检测信号	MMEM	F003#5	○	○
	存储器编辑选择检测信号	MEDT	F003#6	○	○
	手轮进给选择检测信号	MH	F003#1	○	○
	增量进给选择检测信号	MINC	F003#0	○	○
	JOG 进给选择检测信号	MJ	F003#2	○	○
	示教选择检测信号	MTCHIN	F003#7	○	○
刚性攻螺纹	刚性攻螺纹信号	RGTAP	G061#0	○	○
	主轴的转向信号	RGSPP	F065#0	—	○
		RGSPM	F065#1	—	○
	刚性攻螺纹过程中信号	RTAP	F076#3	○	○
	刚性攻螺纹主轴选择信号	RGTSP1，RGTSP2	G061#4，G061#5	○	—
刚性攻螺纹回退	刚性攻螺纹回退启动信号	RTNT	G062#6	—	○
	刚性攻螺纹回退结束信号	RTPT	F066#1	—	○
复位和倒回	外部复位信号	ERS	G008#7	○	○
	复位和倒回信号	RRW	G008#6	○	○
	复位信号	RST	F001#1	○	○
	倒回信号	RWD	F000#0	○	○
中断型用户宏程序	用户宏程序中断信号	UINT	G053#3	○	○

注：○为有效；—为无效。

附录 B　地址表（按符号、字母排序）

组别	符号	信号名称	地址	T 系列	M 系列
*	* +ED1～* +ED4	外部减速信号	G118	○	○
	* +L1～* +L4	超程信号	G114	○	○
	* -ED1～* -ED4	外部减速信号	G120	○	○
	* -L1～* -L4	超程信号	G116	○	○
	* ABSM	手动绝对值信号	G006#2	○	○
	* BECLP	B 轴夹紧完成信号	G038#7	—	○
	* BEUCP	B 轴松开完成信号	G038#6	—	○
	* BSL	程序段开始互锁信号	G008#3	○	○
	* CRTOF	CRT 显示自动清屏取消信号	G062#1	○	○
	* CSL	切削程序段开始互锁信号	G008#1	○	○
	* DEC1～* DEC4	参考点返回减速信号	X009	○	○

（续）

组别	符号	信号名称	地址	T 系列	M 系列
*	* EAXSL	控制轴选择状态信号（PMC 轴控制）	F129#7	○	○
	* ESP	急停信号	X1008#4	○	○
	* ESP		G008#4	○	○
	* ESPA	急停信号（串行主轴）	G071#1	○	○
	* ESPB		G075#1	○	○
	* FLWU	跟踪信号	G007#5	○	○
	* FV0 ~ * FV7	进给速度倍率信号	G012	○	○
	* FV0E ~ * FV7E	进给速度倍率信号（PMC 轴控制）	G151	○	○
	* FV0O ~ * FV7O	软操作面板信号（* FV0 ~ * FV7）	F078	○	○
	* HROV0 ~ * HROV6	1% 快速进给倍率信号	G096#0 ~ #6	○	○
	* IT	互锁信号	G008#0	○	○
	* IT1 ~ * IT4	各轴互锁信号	G130	○	○
	* JV0 ~ * JV15	手动进给速度倍率信号	G010，G011	○	○
	* JV0O ~ * JV15O	软操作面板信号（* JV0 ~ * JV15）	F079，F080	○	○
	* PLSST	多边形主轴停止信号	G038#0	○	—
	* SCPF	主轴夹紧完成信号	G028#5	○	—
	* SP	进给暂停信号	G008#5	○	○
	* SSTP	主轴停止信号	G029#6	○	○
	* SSTP1	各主轴停止信号	G027#3	○	○
	* SSTP2		G027#4	○	○
	* SSTP3		G027#5	○	○
	* SUCPF	主轴松开完成信号	G028#4	○	—
	* TLV0 ~ * TLV9	刀具寿命计数倍率信号	G049#0 ~ G050#1	—	○
	* TSB	尾架屏蔽选择信号	G060#7	○	—
+	+ EXL1 ~ + EXL4	坐标轴方向存储行程限位开关信号	G104	○	○
	+ J1 ~ + J4	进给轴的方向选择信号	G100	○	○
	+ J1O ~ + J4O	软操作面板信号（+ J1 ~ + J4）	F081#0，F081#2，F081#4，F081#6	○	○
	+ LM1 ~ + LM4	行程极限外部设定信号	G110	—	○
	+ MIT1，+ MIT2	各轴手动进给互锁信号	X004#2，X004#4	○	—
	+ MIT1，+ MIT2	刀具偏移量写入信号	X004#2，X004#4	○	—
	+ MIT1 ~ + MIT4	各轴和方向互锁信号	G132#0 ~ #3	—	○
	+ OT1 ~ + OT4	行程限位到达信号	F124	—	○

（续）

组别	符号	信号名称	地址	T 系列	M 系列
–	–EXL1 ~ –EXL4	坐标轴方向存储行程限位开关信号	G105	○	○
	–J1 ~ –J4	进给轴的方向选择信号	G102	○	○
	–J1O ~ –J4O	软操作面板信号（–J1 ~ –J4）	F081#1，F081#3，F081#5，F081#7	○	○
	–LM1 ~ –LM4	行程极限外部设定信号	G112	—	○
	–MIT1，–MIT2	各轴手动进给互锁信号	X004#3，#5	○	—
	–MIT1，–MIT2	刀具偏移量写入信号		○	—
	–MIT1 ~ –MIT4	各轴和方向互锁信号	G134#0 ~ #3	○	○
	–OT1 ~ –OT4	行程限位到达信号	F126	—	○
A	ABTQSV	伺服轴异常负载检测信号	F090#0	○	○
	ABTSP1	第 1 主轴异常负载检测信号	F090#1	○	○
	ABSTP2	第 2 主轴异常负载检测信号	F090#2	○	○
	AFL	辅助功能锁住信号	G005#6	○	○
	AICC	AI 先行控制方式信号	F062#0	—	○
	AL	报警信号	F001#0	○	○
	ALMA	报警信号（串行主轴）	F045#0	○	○
	ALMB		F049#0	○	○
	AR0 ~ AR15	实际主轴速度信号	F040，F041	○	–
	ARSTA	报警复位信号（串行主轴）	G071#0	○	○
	ARSTB		G075#0	○	○
B	B00 ~ B31	第 2 辅助功能代码信号	F030 ~ F033	○	○
	BAL	电池报警信号	F001#2	○	○
	BCLP	B 轴夹紧信号	F061#1	—	○
	BDT1，BDT2 ~ BDT9	跳过任选程序段信号	G044#0，G045	○	○
	BDTO	软操作面板信号（BDT）	F075#2	○	○
	BF	第 2 辅助功能选通信号（BDT）	F007#4	○	—
			F007#7	—	○
	BFIN	第 2 辅助功能结束信号（BDT）	G005#4	○	—
	BFIN		G005#7	—	○
	BGEACT	后台忙信号	F053#4	○	○
	BGEN	Power Mate 后台忙信号	G92#4	○	○
	BGIALM	Power Mate 读/写报警信号	G92#3	○	○
	BGION	Power Mate 读/写进行中信号	G92#2	○	○
	BUCLP	B 轴松开信号	F61#0	—	○

（续）

组别	符号	信号名称	地址	T 系列	M 系列
C	CDZ	倒角信号	G053#7	○	—
	CFINA	主轴切换结束信号（串行主轴）	F046#1	○	○
	CFINB		F050#1	○	○
	CHPA	动力线切换信号（串行主轴）	F046#0	○	○
	CHPB		F050#0	○	○
	CLRCH1 ~ CLRCH4	冲撞式参考点设定扭矩极限到达信号	F180	○	○
	CON	Cs 轮廓控制切换信号	G027#7	○	○
	CSS	恒表面切削速度信号	F002#2	○	○
	CTH1A，CTH2A	离合器/齿轮挡信号（串行主轴）	G070#3，G070#2	○	○
	CTH1B，CTH2B		G074#3，G074#2	○	○
	CUT	切削进给信号	F002#6	○	○
D	DEFMDA	微分方式指令信号（串行主轴）	G072#3	○	○
	DEFMDB		G076#3	○	○
	DEN	分配结束信号	F001#3	○	
	DM00	M 译码信号	F009#7	○	○
	DM01		F009#6	○	○
	DM02		F009#5	○	○
	DM30		F009#4	○	○
	DMMC	直接运行选择信号	G042#7	○	○
	DNCI	DNC 运行选择信号	G043#5	○	○
	DRN	空运行信号	G046#7	○	○
	DRNE	空运行信号（PMC 轴控制）	G150#7	○	○
	DRNO	软操作面板信号（DRN）	F075#5	○	○
	DSCNA	断线检测无效信号（串行主轴）	G073#4	○	○
	DSCNB		G077#4	○	○
	DSP1，DSP2	主轴电动机速度检测信号	Y(n+1) #0，Y(n+1) #2	○	○
	DSV1 ~ DSV4	伺服电动机速度检测信号	Y(n+0)	○	○
E	EA0 ~ EA6	外部数据输入用地址信号	G002#0 ~ #6	○	○
	EABUFA	缓冲器满信号（PMC 轴控制）	F131#1	○	○
	EABUFB		F134#1	○	○
	EABUFC		F137#1	○	○
	EABUFD		F140#1	○	○
	EACNT1 ~ EACNT4	控制信号（PMC 轴控制）	F182	○	○
	EADEN1 ~ EADEN4	分配结束信号（PMC 轴控制）	F112	○	○
	EAX1 ~ EAX4	控制轴选择信号（PMC 轴控制）	G136	○	○

（续）

组别	符号	信号名称	地址	T 系列	M 系列
E	EASIP1 ~ EASIP4	轴控制高级指令信号	G200	○	○
	EBSYA	轴控制指令读取完成信号（PMC 轴控制）	F130#7	○	○
	EBSYB		F133#7	○	○
	EBSYC		F136#7	○	○
	EBSYD		F139#7	○	○
	EBUFA	轴控制指令读取信号（PMC 轴控制）	G142#7	○	○
	EBUFB		G154#7	○	○
	EBUFC		G166#7	○	○
	EBUFD		G178#7	○	○
	EC0A ~ EC6A	轴控制指令信号（PMC 轴控制）	G143#0 ~ #6	○	○
	EC0B ~ EC6B		G155#0 ~ #6	○	○
	EC0C ~ EC6C		G167#0 ~ #6	○	○
	EC0D ~ EC6D		G179#0 ~ #6	○	○
	ECKZA	零跟随误差检测信号（PMC 轴控制）	F130#1	○	○
	ECKZB		F133#1	○	○
	ECKZC		F136#1	○	○
	ECKZD		F139#1	○	○
	ECLRA	复位信号（PMC 轴控制）	G142#6	○	○
	ECLRB		G154#6	○	○
	ECLRC		G166#6	○	○
	ECLRD		G178#6	○	○
	ED0 ~ ED15	外部数据输入用的数据信号	G000，G001	○	○
	EDENA	辅助功能执行信号（PMC 轴控制）	F130#3	○	○
	EDENB		F133#3	○	○
	EDENC		F136#3	○	○
	EDEND		F139#3	○	○
	EDGN	从装置诊断选择信号	F177#7	○	○
	EF	外部运行信号	F008#0	—	○
	EFD	用于高速接口的外部操作信号	F007#1	—	○
	EFIN	外部操作功能结束信号	G005#1	—	○
	EFINA	辅助功能结束信号（PMC 轴控制）	G142#0	○	○
	EFINB		G154#0	○	○
	EFINC		G166#0	○	○
	EFIND		G178#0	○	○

（续）

组别	符号	信号名称	地址	T 系列	M 系列
E	EGENA	轴移动信号（PMC 轴控制）	F130#4	○	○
	EGENB		F133#4	○	○
	EGENC		F136#4	○	○
	EGEND		F139#4	○	○
	EIALA	报警信号（PMC 轴控制）	F130#2	○	○
	EIALB		F133#2	○	○
	EIALC		F136#2	○	○
	EIALD		F139#2	○	○
	EID0A ~ EID31A	轴控制数据信号（PMC 轴控制）	G146 ~ G149	○	○
	EID0B ~ EID31B		G158 ~ G161	○	○
	EID0C ~ EID31C		G170 ~ G173	○	○
	EID0D ~ EID31D		G182 ~ G185	○	○
	EIF0A ~ EID15A	轴控制进给速度信号（PMC 轴控制）	G144，G145	○	○
	EIF0B ~ EIF15B		G156，G169	○	○
	EIF0C ~ EIF15C		G168，G169	○	○
	EIF0D ~ EIF15D		G180，G181	○	○
	EINPA	到位信号（PMC 轴控制）	F130#0	○	○
	EINPB		F133#0	○	○
	EINPC		F136#0	○	○
	EINPD		F139#0	○	○
	EKC0 ~ EKC7	键代码信号	G098	○	○
	EKENB	键代码读取结束信号	F053#7	○	○
	EKSET	键代码读取信号	G066#7	○	○
	ELCKZA	累加零位检测信号	G142#1	○	○
	ELCKZB		G154#1	○	○
	ELCKZC		G166#1	○	○
	ELCKZD		G178#1	○	○
	EM11A ~ EM48A	辅助功能代码信号（PMC 轴控制）	F132，F142	○	○
	EM11B ~ EM48B		F135，F145	○	○
	EM11C ~ EM48C		F138，F148	○	○
	EM11D ~ EM48D		F141，F151	○	○
	EMBUFA	缓冲禁止信号（PMC 轴控制）	G142#2	○	○
	EMBUFB		G154#2	○	○
	EMBUFC		G166#2	○	○
	EMBUFD		G178#2	○	○
	EMFA	辅助功能选通信号（PMC 轴控制）	F131#0	○	○
	EMFB		F134#0	○	○
	EMFC		F137#0	○	○
	EMFD		F140#0	○	○

（续）

组别	符号	信号名称	地址	T 系列	M 系列
E	EMSBKA	程序段停禁止信号（PMC 轴控制）	G143#7	○	○
	EMSBKB		G155#7	○	○
	EMSBKC		G167#7	○	○
	EMSBKD		G179#7	○	○
	ENB	主轴使能信号	F001#4	○	○
	ENB2		F038#2	○	—
	ENB3		F038#3	○	—
	ENBKY	外部键输入方式选择信号	G066#1	○	○
	EOTNA	负向超程信号（PMC 轴控制）	F130#6	○	○
	EOTNB		F133#6	○	○
	EOTNC		F136#6	○	○
	EOTND		F139#6	○	○
	EOTPA	正向超程信号（PMC 轴控制）	F130#5	○	○
	EOTPB		F133#5	○	○
	EOTPC		F136#5	○	○
	EOTPD		F139#5	○	○
	EOV0	倍率 0% 信号（PMC 轴控制）	F129#5	○	○
	EPARM	从装置参数选择信号	F177#6	○	○
	EPN0 ~ EPN13	扩展工件号检索信号	G024#0 ~ G025#5	○	○
	EPNS	外部工件号检索开始信号	G25#7	○	○
	EPRG	从装置程序选择信号	F177#4	○	○
	ERDIO	从装置外部读取开始信号	F177#1	○	○
	EREND	外部数据输入读取结束信号	F060#0	○	○
	ERS	外部复位信号	G008#7	○	○
	ESBKA	程序段停信号（PMC 轴控制）	G142#3	○	○
	ESBKB		G154#3	○	○
	ESBKC		G166#3	○	○
	ESBKD		G178#3	○	○
	ESEND	外部数据输入检索结束信号	F060#1	○	○
	ESKIP	跳转信号（PMC 轴控制）	X4#6	○	○
	ESOFA	伺服关断信号（PMC 轴控制）	G142#4	○	○
	ESOFB		G154#4	○	○
	ESOFC		G166#4	○	○
	ESOFD		G178#4	○	○
	ESTB	外部数据输入读取信号	G002#7	○	○
	ESCAN	外部数据输入检索取消信号	F60#2	○	○

（续）

组别	符号	信号名称	地址	T 系列	M 系列
E	ESTPA	轴控制暂停信号（PMC 轴控制）	G142#5	○	○
	ESTPB		G154#5	○	○
	ESTPC		G166#5	○	○
	ESTPD		F178#5	○	○
	ESTPIO	从装置读/写停止信号	F177#2	○	○
	EVAR	从装置宏变量选择信号	F177#5	○	○
	EWTIO	从装置外部写开始信号	F177#3	○	○
	EXLM	存储行程极限选择信号	G007#6	○	○
	EXOFA	电动机激磁关断状态信号（串行主轴）	F47#4	○	○
	EXOFB		F51#4	○	○
	EXRD	外部读取开始信号	G058#1	○	○
	EXSTP	外部读取/传出停止信号	G058#2	○	○
	EXWT	外部传出开始信号	G058#3	○	○
F	F1D	F1 位进给选择信号	G016#7	—	○
	FIN	结束信号	G004#3	○	○
	FSCSL	Cs 轮廓控制切换结束信号	F044#1	○	○
	FSPPH	主轴相位同步控制结束信号	F044#3	○	○
	FSPSY	主轴同步速度控制结束信号	F044#2	○	○
G	G08MD	先行控制方式信号	F066#0	—	○
	GOQSM	刀具偏移量读取方式选择信号	G039#7	○	—
	GR1，GR2	齿轮挡选择信号（T 型换挡）	G028#1，G028#2	○	○
	GR1O，GR2O，GR3O	齿轮挡选择信号（M 型换挡）	F034#0～#2	—	○
	GR21	齿轮挡选择信号（输入）	G029#0	○	—
H	HDO0	高速跳转状态信号	F122#0	○	○
	HROV	1% 快速进给倍率选择信号	G096#7	○	○
	HS1A～HS1D	手轮进给轴选择信号	G018#0～#3	○	○
	HS1AO	软操作面板信号（HS1A）	F077#0	○	○
	HS1BO	软操作面板信号（HS1B）	F077#1	○	○
	HS1CO	软操作面板信号（HS1C）	F077#2	○	○
	HS1DO	软操作面板信号（HS1D）	F077#3	○	○
	HS1IA～HS1ID	手轮中断轴选择信号	G041#0～#3	○	○
	HS2A～HS2D	手轮进给轴选择信号	G018#4～#7	○	○
	HS2IA～HS2ID	手轮中断轴选择信号	G041#4～#7	○	○
	HS3A～HS3D	手轮进给轴选择信号	G019#0～#3	—	○
	HS3IA～HS3ID	手轮中断轴选择信号	G042#0～#3	—	○

（续）

组别	符号	信号名称	地址	T 系列	M 系列
I	IGNVRY	所有轴 VRDY OFF 报警忽略信号	G066#0	○	○
	IGVRY1 ~ IGVRY4	各轴 VRDY OFF 报警忽略信号	G192	○	○
	INCH	英制输入信号	F002#0	○	○
	INCMDA	增量指令外部设定方式定向信号（串行主轴）	G072#5	○	○
	INCMDB		G076#5	○	○
	INCSTA	增量方式定向信号（串行主轴）	F047#1	○	○
	INCSTB		F051#1	○	○
	INDXA	准停位置改变信号（串行主轴）	G072#0	○	○
	INDXB		G076#0	○	○
	INHKY	键输入禁止信号	F053#0	○	○
	INP1 ~ INP4	到位信号	F104	○	○
	INTGA	速度积分控制信号（串行主轴）	G071#5	○	○
	INTGB		G075#5	○	○
	IOLACK	I/O LINK 确认信号	G092#0	○	○
	IOLBH2	手摇脉冲发生器选择信号	G199#0	○	○
	IOLBH3		G199#1	○	○
	IOLNK	从装置 I/O LINK 选择信号	F177#0	○	○
	IOLS	I/O LINK 指定信号	G092#1	○	○
	IUDD1 ~ IUDD4	异常负载检测忽略信号	G125	○	○
K	KEY1 ~ KEY4	存储器保护信号	G046#3 ~ #6	○	○
	KEYO	软操作面板信号（KEY1 ~ KEY4）	F075#6	○	○
L	LDT1A	负载检测信号 1（串行主轴）	F045#4	○	○
	LDT1B		F049#4	○	○
	LDT2A	负载检测信号 2（串行主轴）	F045#5	○	○
	LDT2B		F049#5	○	○
M	M00 ~ M31	辅助功能代码信号	F010 ~ F013	○	○
	M200 ~ M215	第 2M 功能代码信号	F014 ~ F015	○	○
	M300 ~ M315	第 3M 功能代码信号	F016 ~ F017	○	○
	MA	NC 就绪信号	F001#7	○	○
	MABSM	手动绝对值检测信号	F004#2	○	○
	MAFL	辅助功能锁住检查信号	F004#4	○	○
	MBD T1, MBD T2 ~ MBD T9	跳过任选程序段检测信号	F004#0，F005	○	○
	MCFNA	动力线切换结束信号（串行主轴）	G071#3	○	○
	MCFNB		G075#3	○	○
	MCHK	检测方式手轮有效信号	G067#3	○	—

（续）

组别	符号	信号名称	地址	T 系列	M 系列
M	MD1，MD2，MD4	方式选择信号	G043#0 ~ #2	○	○
	MD1O	软操作面板信号（MD1）	F073#0	○	○
	MD2O	软操作面板信号（MD2）	F073#1	○	○
	MD4O	软操作面板信号（MD4）	F073#2	○	○
	MDRN	空运行检测信号	F002#7	○	○
	MEDT	存储器编辑选择检测信号	F003#6	○	○
	MF	辅助功能选通信号	F007#0	○	○
	MF2	第 2M 功能选通信号	F008#4	○	○
	MF3	第 3M 功能选通信号	F008#5	○	○
	MFIN	辅助功能结束信号	G005#0	○	○
	MFIN2	第 2M 功能结束信号	G004#4	○	○
	MFIN3	第 3M 功能结束信号	G004#5	○	○
	MFNHGA	改变主轴信号时主轴 MCC 状态信号（串行主轴）	G072#6	○	○
	MFNHGB		G076#6	○	○
	MH	手轮进给选择检测信号	F003#1	○	○
	MI1 ~ MI4	镜像信号	G106	○	○
	MINC	增量进给选择检测信号	F003#0	○	○
	MINP	外部程序输入开始信号	G058#0	○	○
	MJ	JOG 进给选择检测信号	F003#2	○	○
	MLK	所有轴机床锁住信号	G044#1	○	○
	MLK1 ~ MLK4	各轴机床锁住信号	G108	○	○
	MLKO	软操作面板信号（MLK）	F075#4	○	○
	MMDI	手动数据输入选择检测信号	F003#3	○	○
	MMEM	自动运行选择检测信号	F003#5	○	○
	MMI1 ~ MMI4	镜像检测信号	F108	○	○
	MMLK	所有轴机床锁住检测信号	F004#1	○	○
	MMOD	检测方式信号	G067#2	○	—
	MNCHG	反向禁止信号	F091#1	○	—
	MORA1A	用磁传感器的主轴定位结束信号（串行主轴）	F046#6	○	○
	MORA1B		F050#6	○	○
	MORA2A	用磁传感器的主轴定位接近信号（串行主轴）	F046#7	○	○
	MORA2B		F050#7	○	○
	MORCMA	用磁传感器的主轴定位指令（串行主轴）	G073#0	○	○
	MORCMB		G077#0	○	○
	MP1，MP2	手轮进给倍率选择信号（增量进给信号）	G019#4，G019#5	○	○
	MP1O	软操作面板信号（MP1）	F076#0	○	○

（续）

组别	符号	信号名称	地址	T 系列	M 系列
M	MP2O	软操作面板信号（MP2）	F076#1	○	○
	MPOFA	电动机动力关断信号（串行主轴）	G073#2	○	○
	MPOFB		G077#2	○	○
	MRDYA	机床就绪信号（串行主轴）	G070#7	○	○
	MRDYB		G074#7	○	○
	MREF	手动返回参考点选择检测信号	F004#5	○	○
	MRMT	DNC 运行选择确认信号	F003#4	○	○
	MRVM	检测方式回退移动禁止信号	G067#1	○	—
	MRVMD	检测方式回退移动信号	F091#0	○	—
	MRVSP	回退移动禁止信号	F091#2	○	—
	MSBK	单程序段检测信号	F004#3	○	○
	MSDFON	电动机速度检测功能有效信号	G016#0	○	○
	MTCHIN	示教选择检测信号	F003#7	○	○
	MV1 ~ MV4	轴移动信号	F102	○	○
	MVD1 ~ MVD4	轴移动方向信号	F106	○	○
N	NOZAGC	垂直/角度轴控制无效信号	G063#5	○	○
	NPOS1 ~ NPOS4	位置显示忽略信号	G198	○	○
	NRROA	改变准停位置时最短距离移动指令信号（串行主轴）	G072#2	○	○
	NRROB		G076#2	○	○
O	OFN0 ~ OFN5，O	刀具偏置号选择信号	G039#0 ~ #5	○	—
	OP	自动运行灯信号	F000#7	○	○
	ORARA	定向完成信号（串行主轴）	F045#7	○	○
	ORARB		F049#7	○	○
	ORCMA	定向指令信号（串行主轴）	G070#6	○	○
	ORCMB		G074#6	○	○
	OUT0 ~ OUT7	软操作面板通用开关信号	F072	○	○
	OVC	倍率取消信号	G006#4	○	○
	OVCE	倍率取消信号（PMC 轴控制）	G150#5	○	○
	OVRA	模拟倍率指令信号（串行主轴）	G072#4	○	○
	OVRB		G076#4	○	○
P	PBATL	绝对位置检测器电池电压低报警信号	F172#7	○	○
	PBATZ	绝对位置检测器电池电压零报警	F172#6	○	○
	PC1DTA	位置编码器一转信号的检测状态（串行主轴）	F047#0	○	○
	PC1DTB		F051#0	○	○
	PC2SLC	第 2 位置编码器选择信号	G028#7	○	○
	PECK2	钻小孔正在运行中信号	F066#5	—	○

（续）

组别	符号	信号名称	地址	T 系列	M 系列
P	PN1，PN2，PN4，PN8，PN16	工件号检索信号	G009#0 ~ #4	○	○
	PORA2A	用位置编码器的主轴定向接近信号（串行主轴）	F046#5	○	○
	PORA2B		F050#5	○	○
	PRC	位置记录信号	G040#6	○	—
	PRGDPL	程序屏幕显示方式信号	F053#1	○	○
	PRTSF	所要零件计数到达信号	F062#7	○	○
	PSAR	主轴多边形速度到达信号	F063#2	○	—
	PSE1	主轴没有到达信号	F06330	○	—
	PSE2	多边形同步轴没有到达信号	F06331	○	—
	PSW01 ~ PSW16	位置开关信号	F070#0 ~ F071#7	○	○
	PSYN	多边形同步信号	F063#7	○	—
R	R01I ~ R12I	主轴电动机速度指令信号	G032#0 ~ G033#3	○	○
	R01I2 ~ R12I2		G034#0 ~ G035#3	○	○
	R01I3 ~ R12I3		G036#0 ~ G037#3	○	○
	R01O ~ R12O	S12 位数代码输出信号	F036#0 ~ F037#3	○	○
	RCFNA	输出切换结束信号（串行主轴）	F046#3	○	○
	RCFNB		F050#3	○	○
	RCHA	动力线状态检测信号（串行主轴）	G071#7	○	○
	RCHB		G075#7	○	○
	RCHHGA	用磁传感器的高输出 MCC 状态信号（串行主轴）	G072#7	○	○
	RCHHGB		G076#7	○	○
	RCHPA	输出切换信号（串行主轴）	F046#2	○	○
	RCHPB		F050#2	○	○
	RGSPM	主轴的转向信号	F065#1	—	○
	RGSPP		F065#0	—	○
	RGTAP	刚性攻螺纹信号	G061#0	○	○
	RGTSP1，RGTSP2	刚性攻螺纹主轴选择信号（T 系列）	G061#4，G061#5	○	—
	RLSOT	行程检测解除信号	G007#7	—	○
	RLSOT3	行程检测 3 解除信号	G007#4	○	○
	ROTAA	改变准停位置时的旋转方向指令信号（串行主轴）	G072#1	○	○
	ROTAB		G076#1	○	○
	ROV1，ROV2	快速移动倍率信号	G014#0，G014#1	○	○
	ROV1E，ROV2E	快速移动倍率信号（PMC 轴控制）	G150#0，G015#1	○	○
	ROV1O	软操作面板信号（ROV1）	F076#4	○	○

（续）

组别	符号	信号名称	地址	T 系列	M 系列
R	ROV2O	软操作面板信号（ROV2）	F076#5	○	○
	RPALM	阅读/传出报警信号	F053#3	○	○
	RPBSY	阅读/传出处理中信号	F053#2	○	○
	ROVLP	快速移动程序段的重叠	G053#5	○	○
	RPDO	快速移动信号	F002#1	○	○
	RRW	复位和倒回信号	G008#6	○	○
	RSLA	输出切换请求信号（串行主轴）	G071#6	○	○
	RSLB		G075#6	○	○
	RST	复位信号	F001#1	○	○
	RT	手动快速进给选择信号	G019#7	○	○
	RTAP	刚性攻螺纹进程中信号	F076#3	○	○
	RTE	手动快速进给选择信号（PMC 轴控制）	G150#6	○	○
	RTO	软操作面板信号（RT）	F077#6	○	○
	RTNT	刚性攻螺纹回退启动信号	G062#6	—	○
	RTPT	刚性攻螺纹回退结束信号	F066#1	—	○
	RVS	回退信号	G007#0	—	○
	RVSL	回退过程中信号	F082#2	—	○
	RWD	倒回进行信号	F000#0	○	○
S	S00～S31	主轴速度功能代码信号	F022～F025	○	○
	S1MES	主轴 1 测量中信号	F062#3	○	—
	S2MES	主轴 2 测量中信号	F062#4	○	—
	S2TLS	主轴测量选择信号	G040#5	○	—
	SA	伺服就绪信号	F000#6	○	○
	SAR	主轴速度到达信号	G029#4	○	○
	SARA	速度到达信号（串行主轴）	F045#3	○	○
	SARB		F049#3	○	○
	SBK	单程序段信号	G046#1	○	○
	SBKO	软操作面板信号（SBK）	F075#3	○	○
	SCLP	主轴夹紧信号	F038#0	○	—
	SDTA	速度检测信号（串行主轴）	F045#2	○	○
	SDTB		F049#2	○	○
	SF	主轴速度选通信号	F007#2	○	○
	SFIN	主轴功能结束信号	G005#2	○	○
	SFRA	CW 指令信号(串行主轴)	G070#5	○	○
	SFRB		G074#5	○	○

（续）

组别	符号	信号名称	地址	T 系列	M 系列
S	SGN	主轴电动机指令极性选择信号	G033#5	○	○
	SGN2		G035#5	○	○
	SGN3		G037#5	○	○
	SHA00 ~ SHA11	主轴定向外部停位置指令信号	G078#0 ~ G079#3	○	○
	SHB00 ~ SHB11		G080#0 ~ G081#3	○	○
	SIND	PMC 控制主轴速度输出控制信号	G033#7	○	○
	SIND2		G035#7	○	○
	SIND3		G037#7	○	○
	SKIP	跳转信号	X004#7	○	○
		扭矩过载信号	X004#7	—	○
	SKIP2 ~ SKIP6，SKIP7，SKIP8	跳转信号	X004#2 ~ #6，X004#0，X004#1	○	○
	SKIPP	跳转信号	G006#6	○	—
	SLVA	从动运行指令信号（串行主轴）	G073#1	○	○
	SLVB		G077#1	○	○
	SLVSA	从动运行状态信号（串行主轴）	F046#4	○	○
	SLVSB		F050#4	○	○
	SMZ	误差检测信号	G053#6	○	—
	SOCNA	软启动/停止取消信号（串行主轴）	G071#4	○	○
	SOCNB		G075#4	○	○
	SOR	主轴定向信号	G029#5	○	○
	SOV0 ~ SOV7	主轴速度倍率信号	G030	○	○
	SPAL	主轴波动检测报警信号	F035#0	○	—
	SPL	进给暂停灯信号	F000#4	○	○
	SPO	软操作面板信号（ * SP）	F075#7	○	○
	SPPHS	主轴相位同步控制信号	G038#3	○	○
	SPSLA	主轴选择信号	G071#2	○	○
	SPSLB		G075#2	○	○
	SPSTP	主轴定位信号	G028#6	○	—
	SPSYC	主轴同步控制信号	G038#2	○	○
	SRN	程序再启动信号	G006#0	○	○
	SRNMY	程序再启动中信号	F002#4	○	○
	SRVA	CCW 指令信号（串行主轴）	G070#4	○	○
	SRVB		G074#4	○	○
	SSIN	主轴电动机指令输出极性选择信号	G033#6	○	○
	SSIN2		G035#6	○	○
	SSIN3		G037#6	○	○

（续）

组别	符号	信号名称	地址	T 系列	M 系列
S	SSTA	零速度信号（串行主轴）	F045#1	○	○
	SSTB		F049#1	○	○
	SHPC	AI 先行控制方式信号	F062#0	○	○
	ST	循环启动信号	G007#2	○	○
	STL	循环启动灯信号	F000#5	○	—
	STLK	启动锁住信号	G007#1	○	—
	STRD	输入和运行同时进行方式选择信号	G058#5	—	○
	STWD	输出和运行同时进行方式选择信号	G058#6	—	○
	SUCLP	主轴松开信号	F038#1	○	—
	SVF1 ~ SVF4	伺服关断信号	G126	○	○
	SWS1	主轴选择信号	G027#0	○	○
	SWS2		G027#1	○	○
	SWS3		G027#2	○	○
	SYCAL	相位误差监视信号	F044#4	○	○
	SYNC1 ~ SYNC4	简单同步轴选择信号	G138	○	○
	SYNCJ1 ~ SYNCJ4	简单同步手动进给轴选择信号	G140	—	○
T	T00 ~ T31	刀具功能代码信号	F026 ~ F029	○	○
	TAP	攻螺纹信号	F001#5	○	○
	TF	刀具功能选通信号	F007#3	○	○
	TFIN	刀具功能结束信号	G005#3	○	○
	THRD	螺纹切削信号	F002#3	○	○
	TL01 ~ TL64	刀具组号选择信号	G047#0 ~ #6	○	—
	TL01 ~ TL256		G047#0 ~ G048#0	—	○
	TLCH	刀具更换信号	F064#0	○	○
	TLCHB	刀具寿命到期通知信号	F064#3	—	○
	TLCHI	每把刀具的切换信号	F064#2	—	○
	TLMA	转矩限制信号（串行主轴）	F045#6	○	○
	TLMB		F049#6	○	○
	TLMHA	转矩限制指令 HIGH 信号（串行主轴）	G070#1	○	○
	TLMHB		G074#1	○	○
	TLMLA	转矩限制指令 LOW 信号（串行主轴）	G070#0	○	○
	TLMLB		G074#0	○	○
	TLNW	新刀具选择信号	F064#1	○	○
	TLRST	刀具更换复位信号	G048#7	○	○
	TLRSTI	每把刀具的更换复位信号	G048#6	—	○
	TLSKP	刀具跳过信号	G048#5	○	○
	TMRON	通用累计计数器启动信号	G053#0	○	○
	TRQL1 ~ TRQL4	转矩极限到达信号	F114	○	—

（续）

组别	符号	信号名称	地址	T 系列	M 系列
U	UI000 ~ UI015	用户宏程序输入信号	G054，G055	○	○
	UINT	用户宏程序中断信号	G053#3	○	○
	UO000 ~ UO015	用户宏程序输出信号	F054，F055	○	○
	UO100 ~ UO131		F056 ~ F059	○	○
W	WOQSM	工件坐标系偏移量写入方式选择信号	G039#6	○	—
	WOSET	工件坐标系偏移量写信号	G040#7	○	—
X	XAE	测量位置到达信号	X004#0	○	○
Y	YAE		X004#1	—	○
Z	ZAE		X004#1	○	—
	ZAE		X004#2	—	○
	ZP1 ~ ZP4	参考位置返回结束信号	F094	○	○
	ZP21 ~ ZP24	第 2 参考位置返回结束信号	F096	○	○
	ZP31 ~ ZP34	第 3 参考位置返回结束信号	F098	○	○
	ZP41 ~ ZP44	第 4 参考位置返回结束信号	F100	○	○
	ZPF1 ~ ZPF4	参考位置建立信号	F120	○	○
	ZRN	手动返回参考点选择信号	G043#7	○	○
	ZRNO	软操作面板信号（ZRN）	F073#4	○	○

注：○为有效；—为无效。

序号	书　　名	书　号	定价	出版时间
1	大隈 OSP 数控系统的故障分析	29898－4	48	201007
2	数控机床电气维修笔记——积累、经验和心得	27512－1	35	200910
3	数控机床故障诊断与维修	27930－3	34	201008
4	实用数控技术	26521－4	39.8	200910
5	数控机床编程与操作	26778－2	33	201005
6	现代数控系统——原理、构成与实例	18781－3	39	200702
7	变频调速 SPWM 原理、计算与应用	31903		
8	人机工程学入门	31831		
9	机电一体化系统设计原理与应用	30955－0	38	201009
10	控制系统仿真及 MATLAB 应用	31328－1	30	201009
11	新型控制器、调速器与保护器应用手册	30556－9	68	201007
12	西门子工业自动化项目设计实践（2CD）	26422－4	38	201001
13	基于模糊推理系统的工业过程数据挖掘	26714－0	25	200906
14	过程控制系统的 MATLAB 仿真	25699－1	38	200902
15	过程计算机控制及先进控制策略的实现	19268－0	33	200701
16	计算机测控系统与数据采集卡应用	22132－6	47	200710
17	自动控制综合应用技术－嵌入式微控系统、PLC、变频器、触摸屏、工控机、组态软件的综合应用	21570－7	50	200806
18	自动化解决方案指南－工业控制技术的应用实践	22044－2	68	200708
19	最新工业自动化测控应用手册	21113－6	59	200704
20	测控专业概论	27623－4	38	201006
21	电气自动化工程师速成教程	20883－9	25.8	201009
22	自动控制理论学习指导与习题解答	24162－1	38	200809
23	集散系统及系统开放（第 2 版）	24495－0	40	200808
24	非线性系统神经网络参数预测及控制	22563－8	28	200801
25	功能安全技术基础	24042－6	25	200806
26	现代电力电子器件原理与应用技术	23022－9	20	200903
27	多电平逆变技术及其应用	20665－1	43	200704

以上图书在全国各地书店均有销售，您也可以在中国科技金书网（www. golden－book. com）
联系购书事宜，电话：010－88379639
图书内容咨询：电话：010－88379178　010－88379768
E－mail：dgdz@ mail. machineinfo. gov. cn
地址：北京西城区百万庄大街 22 号　机械工业出版社　电工电子分社
邮编：100037

TUJIE FANUC PMC
BIANCHENG YU YINGYONG



上架指导 工业技术／自动化技术

ISBN 978-7-111-32289-4
策划编辑：林春泉／封面设计：鞠杨

地址：北京市百万庄大街22号
电话服务
社服务中心：(010)88361066
销售一部：(010)68326294
销售二部：(010)88379649
读者服务部：(010)68993821

邮政编码：100037
网络服务
门户网：http://www.cmpbook.com
教材网：http://www.cmpedu.com
封面无防伪标均为盗版



定价：59.00元